

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO
DE STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) EN LA PRODUCCIÓN
DE MATERIA SECA. BAJO CONDICIONES DE SAN MARTÍN**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

CLAYRI DIANELLY VERA PERALTA

TARAPOTO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL CULTIVO
DE STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) EN LA PRODUCCIÓN DE
MATERIA SECA, BAJO CONDICIONES DE SAN MARTÍN**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:
CLAYRI DIANELLY VERA PERALTA

Tarapoto – Perú
2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL
CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) EN LA
PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, BAJO CONDICIONES
DE SAN MARTÍN.**

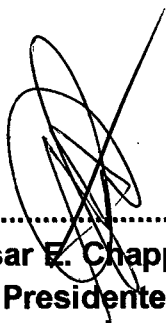
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

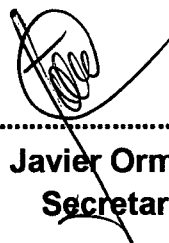
PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CLAYRI DIANELLY VERA PERALTA

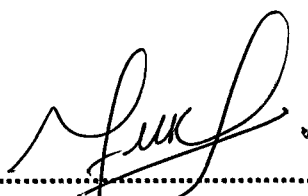
COMITÉ DE TESIS



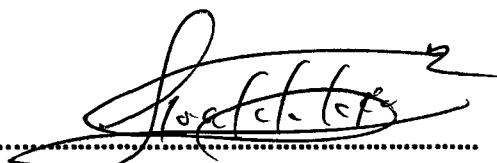
.....
Ing. M.Sc. Cesar E. Chappa Santa María
Presidente



.....
Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna
Secretario



.....
Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz
Miembro



.....
Ing. Roaldo López Fulca
Asesor

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso:

Por darme la vida, salud, fuerzas y la sabiduría de enfrentar obstáculos y salir adelante cada día; además por las bendiciones constantes que brinda a mi familia y a mi persona.

A mis queridos padres:

Anita Peralta y Wilson Vera, por su apoyo incondicional en todo momento para lograr mis metas; a ellos les debo la vida, mi formación como persona y mi profesión.

Con mucho cariño a mis hermanos Edgardo J. e Irma O., a mis familiares, en especial a mi tío José y a mi abuelito Fausto que está en el cielo, a todos ellos que me apoyaron, y me brindaron momentos de alegría en días difíciles e hicieron que cumpla con éxito mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

- **A mis padres por sus consejos, su apoyo moral y económico durante mis años de vida.**
- **A todos los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por las sabias enseñanzas brindadas durante mi formación Profesional.**
- **A Wilter G. por brindarme su ayuda incondicional y desinteresada en todo momento, por contagiarme ese deseo de superación y el de ser cada día mejor en mi vida personal y profesional.**
- **Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) representada por el Ing. Juan Arévalo G. y el Ing. Rolando Ramírez por brindarme la oportunidad y la facilidad para realizar mi proyecto de tesis.**
- **Al Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna por la amistad brindada y el apoyo constante.**
- **Al Ing. M.Sc. César E. Chappa Santa María y el Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz por su apoyo, en la ejecución del proyecto de tesis**
- **Al Ing. Roaldo López Fulca, docente de la FCA de la UNSM-T, asesor del presente trabajo de investigación.**
- **Finalmente a todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de este proyecto.**

ÍNDICE

Página

| | | |
|-------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 01 |
| II. | OBJETIVOS | 03 |
| III. | REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 04 |
| 3.1 | Generalidades del cultivo de stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> B.) | 04 |
| 3.1.1 | Origen y distribución geográfica | 04 |
| 3.1.2 | Clasificación taxonómica | 05 |
| 3.1.3 | Importancia económica de la stevia | 05 |
| 3.1.4 | Consideraciones comerciales | 06 |
| 3.1.5 | Uso agrícola | 07 |
| 3.1.6 | Clasificación agronómica | 08 |
| 3.1.7 | Morfología de la planta de stevia | 08 |
| 3.2 | Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de stevia | 11 |
| 3.3 | Requerimiento del suelo para el cultivo de stevia | 12 |
| 3.4 | Fertilización | 12 |
| 3.4.1 | Fertilización orgánica | 13 |
| 3.4.2 | Fertilización química | 13 |
| 3.5 | Nitrógeno | 14 |
| 3.5.1 | Función del nitrógeno en la planta | 15 |
| 3.5.2 | Función del nitrógeno en el suelo | 16 |
| 3.5.3 | Formas de aplicación del nitrógeno | 16 |
| 3.5.4 | Síntomas de deficiencia del nitrógeno | 17 |
| 3.5.5 | Fuentes nitrogenadas | 18 |
| 3.6 | Urea | 18 |
| 3.6.1 | Usos de la urea | 18 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.6.2 | Recomendaciones generales para la aplicación y uso de los fertilizantes nitrogenados | 19 |
| 3.6.3 | Rendimiento de materia seca de hojas de stevia rebaudiana B. con diferentes fuentes de nitrógeno | 22 |
| 3.7 | Los grados brix (°Bx) | 23 |
| 3.7.1 | Antecedentes de experiencias similares | 24 |
| IV. | MATERIALES Y MÉTODOS | 26 |
| 4.1. | Ubicación del experimento | 26 |
| 4.2. | Componentes estudiados | 27 |
| 4.3. | Tratamientos en estudio | 27 |
| 4.4. | Metodología | 27 |
| 4.4.1. | Diseño experimental | 27 |
| 4.5. | Ejecución del experimento | 28 |
| 1. | Análisis de suelo | 28 |
| 2. | Preparación del terreno | 29 |
| 3. | Trazado del campo experimental y estaqueo del mismo | 29 |
| 4. | Preparación de camas | 30 |
| 5. | Estaqueo y delimitación de las camas para realizar la siembra | 30 |
| 6. | Transplante (Siembra) | 31 |
| 7. | Riegos | 32 |
| 8. | Recalce | 33 |
| 9. | Fertilización | 33 |
| 10. | Control de malezas | 34 |
| 11. | Control de plagas y enfermedades | 35 |
| 12. | Cosecha | 36 |

| | |
|---|--------|
| 13. Manejo del corte, pre limpieza y secado | 37 |
| 4.2. Evaluaciones registradas | 37 |
| a) Altura de la planta | 37 |
| b) Número de macollos/mata | 38 |
| c) Número de hojas por planta | 38 |
| d) Peso de hojas más ramas | 38 |
| e) Rendimiento de hoja seca | 39 |
| f) Numero de cosechas | 39 |
| g) Grado Brix (Bx) | 39 |
| V. RESULTADOS | 40 |
| 5.1. Altura de planta | 40 |
| 5.2. Número de macollos por mata | 41 |
| 5.3. Número de hojas por planta | 42 |
| 5.4. Peso de hojas más ramas | 43 |
| 5.5. Rendimiento de hoja seca | 44 |
| 5.6. Grados Brix | 45 |
| VI. DISCUSIONES | 46 |
| 6.1 De la altura de planta | 46 |
| 6.2 Del número de macollos por mata | 48 |
| 6.3 Del número de hojas por planta | 49 |
| 6.4 Del peso de hojas más ramas | 51 |
| 6.5 Del rendimiento de hoja seca | 53 |
| 6.6 De los grados brix (Bx) | 55 |

| | | |
|-------|----------------------------|----|
| VII. | CONCLUSIONES | 56 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 57 |
| IX. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |
| | RESUMEN | |
| | SUMMARY | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro N° | | Pág. |
|-----------|---|------|
| 1 | Zonas agroecológicas con alto potencial de expansión de Stevia | 06 |
| 2 | Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de Stevia | 14 |
| 3 | Contenido de N y recomendaciones de fertilización nitrogenada | 21 |
| 4 | Dosificación combinada de fertilizantes en gramos por tratamiento | 21 |
| 5 | Dosis de N con tres fuentes de Nitrógeno en el Rendimiento | 22 |
| 6 | Rendimiento de materia seca total de Stevia a 100 Kg de N/ha | 23 |
| 7 | Descripción de los tratamientos en estudios | 27 |
| 8 | Análisis de suelo | 28 |
| 9 | ANVA para la Altura de planta (cm) | 40 |
| 10 | ANVA para el Número de macollos por mata | 41 |
| 11 | ANVA para el Numero de hojas por planta | 42 |
| 12 | ANVA para el Peso de hojas más ramas (g) | 43 |
| 13 | ANVA para el Rendimiento de hoja seca (g) | 44 |
| 14 | Grados Brix promedio por tratamiento | 45 |

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

| Foto N° | | Pág. |
|-------------|--|------|
| 1 | Tipo de planta | 08 |
| 2 | Raíz | 09 |
| 3 | Tallo | 09 |
| 4 | Hojas | 10 |
| 5 | Flor | 10 |
| 6 | Fruto | 11 |
| 7 | Preparación del terreno | 29 |
| 8 – 9 | Trazado y Estaqueo del terreno | 29 |
| 10 | Preparación de las camas | 30 |
| 11 | Estaqueo y delimitación de las camas | 30 |
| 12 | Distancias correspondientes | 31 |
| 13 | Hoyos para la siembra | 31 |
| 14 | Siembra | 32 |
| 15 – 16 | Riego | 32 |
| 17-18-19-20 | Pesado y aplicación de la urea | 33 |
| 21-22-23-24 | Pesado de la urea N-30, N-60, N-90 y N-120 | 34 |
| 25 – 26 | Cultivo | 35 |
| 27 – 28 | Aplicación de productos químicos | 35 |
| 29 – 30 | Cosecha de stevia | 36 |
| 31 – 32 | Aplicación del cicatrizante sulfato de cobre | 36 |
| 33 – 34 | Secado de stevia | 37 |
| 35 | Altura de planta | 37 |
| 36 | Número de macollos por mata | 38 |
| 37 | Número de hojas por planta | 38 |
| 38 | Peso de hojas más ramas | 38 |
| 39 | Rendimiento de hoja seca | 39 |
| 40 | Grado Brix | 39 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| Grafico N° | | Pág. |
|-------------------|---|-------------|
| 1 | Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en la altura de planta (cm) | 40 |
| 2 | Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Número de macollos por mata | 41 |
| 3 | Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Número de hojas por planta | 42 |
| 4 | Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Peso de hojas más ramas | 43 |
| 5 | Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el rendimiento de hoja seca | 44 |

I. INTRODUCCIÓN

La stevia (*Stevia rebaudiana* B.) es una planta pequeña, herbácea perenne, semileñosa, dicotiledonea, del orden campanulares, familia asteraceae; y oriunda de Paraguay; tiene un principio activo denominado esteviósido y rebaudiósido que son los glucósidos responsables del sabor dulce de la planta; además al endulzar los productos de manera natural, revoluciona el campo de los edulcorantes dada sus bondades terapéuticas ante enfermedades como la diabetes.

Este cultivo de stevia es perfectamente adaptable a las regiones tropicales y subtropicales del Perú, que presentan condiciones ideales en altitud, clima, suelo y situación geográfica.

Esta planta fue introducida al Perú hace una década y actualmente se ha incorporado en el portafolio de cultivos en pequeñas extensiones como es en Cajamarca, Amazonas, Ucayali y Apurímac de manera orgánica.

La stevia no se presenta como un cultivo que desplace a cultivos tradicionales como el café, maíz, etc., sino como un rubro complementario en la diversificación productiva y una alternativa económica para el minifundo permitiendo un ingreso adicional a los agricultores.

En la región San Martín se está estableciendo este cultivo con grandes extensiones, a través de la empresa de Stevia One S.A.C. que evalúa la adaptabilidad biológica de Stevia para sus fines comerciales.

El principal producto de esta planta es la hoja de stevia, cuya siembra y cosecha será orgánica y sin ningún empleo de agrotóxicos lo que brinda un mayor valor agregado al producto.

La demanda por edulcorantes naturales va en aumento en el mundo, debido principalmente a los efectos secundarios que producen los edulcorantes sintéticos. Por ejemplo Japón ya ha sustituido la mitad del consumo de azúcar de caña por azúcar de stevia y en este país están prohibidos los edulcorantes sintéticos. Otros países sobre todo del primer mundo, van por el mismo camino.

En nuestro país el consumo de edulcorantes naturales también va en aumento, ya se observa en los supermercados, tiendas naturistas, etc. sobre todo la que producen de la stevia.

El uso de la de fertilización nitrogenada en el cultivo de stevia, determinará un mejor desarrollo vegetativo con la dosis exacta, consigo favoreciendo la materia seca; al usar dosis más óptimas favorecerá al desarrollo vegetativo con altos contenidos de edulcorantes y a la vez con mejores perspectivas rentables.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en la producción de materia seca, bajo condiciones de la región San Martín.

II. OBJETIVOS

2.1. Generales

- ❖ Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento vegetativo y la producción de hojas secas de stevia en condiciones agroclimáticas del distrito de la Banda de Shilcayo.
- ❖ Determinar el nivel de fertilización nitrogenada óptima que permita obtener mayor producción de hojas secas en el cultivo de stevia.

2.2. Específico

- ❖ Identificar la respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada con urea en la producción de hojas secas de stevia.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Generalidades del cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* B.)

3.1.1. Origen y distribución geográfica

Esta planta es originaria de Paraguay y descubierta en 1887: fue descrita y clasificada en 1889 por el botánico suizo Moisés Santiago Bertoni (1857-1929), momento a partir del cual recibió el nombre científico de *stevia rebaudiana* Bertoni. Los indios guaraníes ya la utilizaban desde tiempos precolombinos, endulzando sus comidas y bebidas, la llamaron “ka’a-hée”, que significa “hierba dulce”. Existen más de 300 variedades de Stevia en la selva Paraguayo-Brasileira, pero la *stevia rebaudiana* Bertoni es la única con propiedades endulzantes gracias a su principio activo, denominado “esteviósido” descrito en 1921 por la Unión Internacional de Química (Ministerio de Agricultura y ganadería, 1996).

La stevia en su forma natural es 10 a 15 veces más dulce que el azúcar común de mesa, mientras que los extractos de Stevia tienen un potencial endulzante de 100 a 300 veces mayor que la del azúcar. El extracto en su forma líquida tiene un poder endulzante aproximadamente 70 veces mayor que la sacarosa, mientras que los extractos refinados de Stevia, llamados esteviósidos (polvo blanco conteniendo 85 – 95% de esteviósido) son 200 a 300 veces más dulce que la sacarosa (Brandle, 2005).

3.1.2. Clasificación Taxonomía

Clasificación taxonómica, según (Tamayo e Hincapié 2005).

| | | |
|-------------|---|----------------------------------|
| Reino | : | Vegetal |
| División | : | Spermatophita |
| Subdivisión | : | Angiospermas |
| Clase | : | Dicotelidóneas |
| Subclase | : | Simpétala |
| Orden | : | Asterales |
| Orden | : | Campanulales |
| Familia | : | (Asteraceae) Compuestas |
| Género | : | <i>Stevia</i> |
| Especie | : | <i>rebaudiana</i> |
| Descriptor | : | Bertoni |
| Especie | : | <i>Stevia rebaudiana Bertoni</i> |

3.1.3. Importancia económica de la Stevia

(Ramírez, 2005), considera que entre los principales productores de stevia a nivel mundial son Japón, China, Corea, Taiwán, Tailandia, Indonesia, Laos, Malasia y Filipinas; todos estos países representan el 95% de la producción mundial. Cabe destacar que Japón es el país con mayor cantidad de fábricas procesadoras y extractoras de esteviósido.

En América es cultivada principalmente en Paraguay, Brasil, Argentina, Colombia, Perú y cultivos muy pequeños en Ecuador. Paraguay, en la es uno de los mayores productores de stevia a nivel mundial; dedica

aproximadamente 1 500 hectáreas a este cultivo, generando empleo directo a unas 10 000 personas en toda la cadena productiva. Este país pretende aumentar sus ventas a 10 millones de dólares anuales, lo que significa el 10% de la facturación en comparación a los países del sudeste asiático (100 millones de dólares) (Landázuri y Tigrero, 2009).

Cuadro 1: Zonas agro ecológicas con alto potencial de expansión de Stevia

| | |
|--------------|--|
| ESTE | - Alto Paraná - Canindeyú |
| CENTRO OESTE | - Guaira - Caazapá - Caaguazú |
| NORTE | - Concepción - San Pedro - Amambay |
| CENTRO | - Cordillera - Paraguari - Central |
| SUR | - Itapúa |

Fuente: (Casaccia y Álvarez, 2006)

3.1.4. Consideraciones comerciales

(Casaccia; Álvarez, 2006), nos indica que, La stevia se comercializa en forma de hoja seca, líquido concentrado, hojas pulverizadas o polvo blanco concentrado. El líquido y las hojas pulverizadas tienen un ligero regusto herbal. El líquido concentrado de color verde negruzco es aproximadamente 70 veces más dulce que el azúcar. Se usa comúnmente añadiéndolo a la leche para endulzar cereales para desayuno, té, café o chocolate.

La hoja pulverizada es unas 30 veces más dulce que es azúcar. Generalmente en bolsitas de té o suelta y vendida por gramo o por kilo. Se

puede usar para hacer té solo o combinándola con otros, a los que endulza y realza el sabor.

El Esteviósido, en forma de polvo blanco concentrado es 300 veces más dulce que el azúcar. El Esteviósido, al ser usado como aditivo tiene comprobadas propiedades, entre las cuales se encuentran la capacidad de atrasar la descomposición de las bebidas, frutas confitadas y alimentos congelados, al tiempo que realza su sabor. También es destacable su aporte nulo de calorías, pues el organismo no lo metaboliza.

3.1.5. Uso agrícola

Consiste en un método de cultivo en el cual se emplea el extracto de hojas y tallos de la stevia diluido para rociar la parte aérea de un cultivo agrícola con el fin de estimular el proceso fotosintético que permitirá elevar el tenor de azúcares y con ello mejorar el sabor de la cosecha. También se aplica el extracto con el agua de riego para aumentar la población de microorganismos benéficos del suelo o se mezclan las hojas y tallos finamente pulverizados con el compost parcialmente fermentado para acelerar su fermentación y estimular las actividades de los microorganismos benéficos.

Cuando se incorpora al suelo, el tallo de la stevia finamente pulverizado se logra recuperar notablemente a un suelo contaminado con los fertilizantes químicos, transformando el mismo en un suelo fértil, incrementando la población de microorganismos benéficos. Igualmente, al aplicar el extracto de stevia a los cultivos hortofrutícolas entre ellas a la propia stevia, con lo que se

logra una mayor resistencia de los mismos a enfermedades y se obtienen frutos de mejor calidad, con mayor contenido de azúcares y más duraderos.

Utilizar 100 a 150 cc. del extracto de stevia en 20 litros de agua en pulverizaciones quincenales en cultivos como el tomate, frutilla, melón, maíz, algodón y en plantaciones de stevia (EDAC, 2008).

3.1.6. Clasificación agronómica

(Tamayo e Hincapié, 2005), indica que la *stevia rebaudiana* Bertoni es una planta de porte herbácea que forma matas de 40 a 80 cm de altura. Durante su desarrollo inicial, en el primer año, el tallo no presenta ramificaciones desde el suelo, pero puede llegar a tener unos 20 tallos al cabo de 3 a 4 años. La producción del cultivo de la stevia es considerado como un rubro agrícola más a ser utilizado en pro de la diversificación agrícola del pequeño productor. En general, no se presenta como un cultivo que desplace a cultivos de renta tradicionales como el café, plátano, piña, etc., sino como un rubro complementario que permite un ingreso de capital en periodos en que los cultivos de renta no lo hacen.

3.1.7. Morfología de la planta de Stevia

a) Tipo de planta

Stevia rebaudiana Bert., pertenece, al igual que el crisantemo, a la familia de las compuestas. Fue descrita botánicamente en 1905, por el naturista Moisés Santiago Bertoni, como una planta herbácea de 40 a 80 cm de altura (Tamayo e Hincapié, 2005).



Foto 1: Planta de stevia

b) Raíz

La raíz de la stevia es fibrosa, filiforme y perenne, formando una abundante cepa que apenas se ramifica y no profundiza, distribuyéndose cerca de la superficie del suelo. En plantas que se propagan asexualmente, por esquejes de tallos, en arena gruesa se ha observado abundante ramificación del sistema radicular, las raíces finas abundan en la

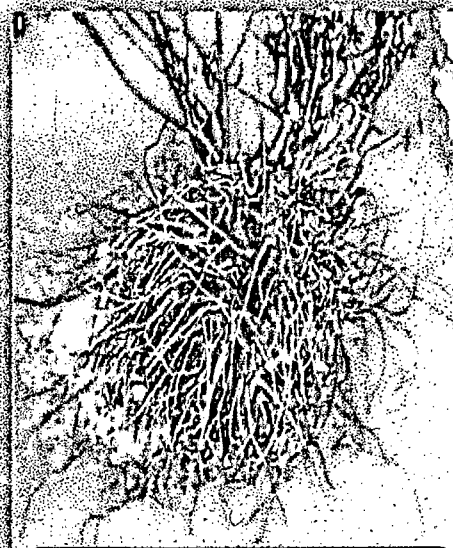


Foto 2: Raíz de Stevia

superficie y las gruesas en las zonas más profundas del suelo (Tamayo e Hincapié, 2005).

c) Tallo

El tallo es anual, erecto, semileñoso, más o menos pubescentes, con tendencia a inclinarse y es más o menos ramificado. Durante su desarrollo inicial no posee ramificaciones, pero después de las podas, se convierte en una planta muy macollada, llegando a producir hasta 25 tallos después de cada corte.



Foto 3: Tallo de stevia

En su centro de origen, el tallo puede llegar hasta un metro y medio de altura. (Tamayo e Hincapié, 2005).

d) Hojas

Las hojas son elípticas ovales o lanceoladas, algo pubescentes, pequeñas, simples, opuestas en sus estados juveniles y alternas como manifestación de la floración; de borde o margen dentado, a veces en verticilos.

La hoja es el órgano con mayor contenido del edulcorante (Bonilla, 2007); (Tamayo e Hincapié, 2005).



Foto 4: Hojas de stevia

e) Flor

La flor es hermafrodita, pequeña y blanquecina; viene en capítulos pequeños, terminales o axilares, agrupados en panículas corimbosas;

Una planta tarda más de un mes en producir todas sus flores. En Colombia la stevia florece en cualquier época del año,

por lo cual hay que cosechar cuando la planta presente un máximo del 5% de floración.

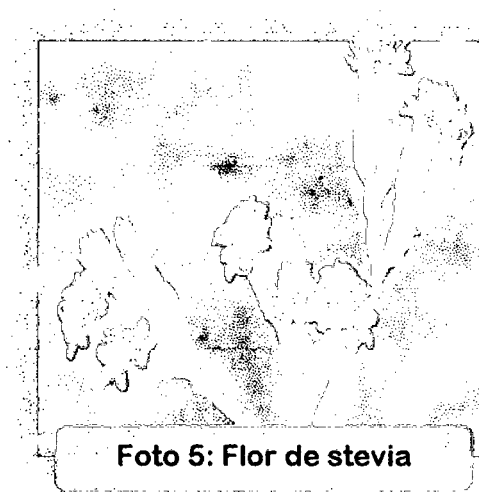


Foto 5: Flor de stevia

La polinización es entomófila (realizada por insectos); es una planta autoincompatible que presenta protandria, lo que significa que el polen o parte masculina de la flor madura primero que los óvulos o parte femenina y por lo tanto no puede haber autopolinización (Tamayo e Hincapié, 2005).

f) Fruto

El fruto es un aquenio que es diseminado por el viento. Se clasifica en claro estéril, oscuro fértil y oscuro estéril. El género *stevia* tiene más de 100 especies en el continente americano, de donde es originaria, pero



Foto 6: Fruto de stevia

stevia rebaudiana Bert., es la única especie con principios edulcorantes en las hojas.

3.2. Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de Stevia

(Landázuri y Tigrero, 2009), manifiesta que la stevia en su estado natural, crece en la región subtropical, semihúmeda de América.

Esta planta no tolera suelos con exceso de humedad ni los de alto contenido de materia orgánica, principalmente por problemas fúngicos que pueden causar grandes pérdidas económicas.

a) Precipitación

Las precipitaciones oscilan entre 1 400 a 1 800 mm distribuidos entre todo el año.

b) Temperatura

Las temperaturas van de 24 a 28 °C.

c) Humedad Relativa

Humedad relativa de 75% a 85%.

d) Radiación

Esta planta requiere días largos y alta intensidad solar (heliofanía).

e) Altitud

(ZUBIATE, 2007), menciona que la planta de stevia prospera desde los 0 m.s.n.m. hasta 1 500 m.s.n.m.m.

(Cabrera, Holmes y McDaniel, 1996), manifiesta que el cultivo de stevia Crece desde 300 a 1 200 m.s.n.m.m.

f) Clima

(Cabrera, Holmes y McDaniel, 1996). Nos indica que los climas Subtropical, caliente y húmedo, se debe evitar en regiones de climas fríos.

3.3. Requerimiento del suelo para el cultivo de stevia

(LANDÁZURI y TIGRERO, 2009), nos menciona que:

- **pH.-** Los suelos óptimos para el cultivo de la stevia, son aquellos con pH 5,5 – 6.5, de baja o nula salinidad, con mediano contenido de materia orgánica.
- **Textura.-** Franco arenosa a franco y con buena permeabilidad y drenaje.

3.4. Fertilización

Los fertilizantes, cuando se los utiliza juntamente con otros insumos, por ejemplo, las variedades de alto rendimiento y el agua de riego, originan una

interacción positiva por la cual se incrementa aún más su contribución al acrecentamiento de los rendimientos.

Según (Muslera y Ratera, 1991), la utilización de determinado tipo de fertilizante nitrogenado depende más del precio de adquisición que del tipo de acción que va a efectuar. Existen varios tipos de abonos nitrogenados: nitratos, amoniacales, urea y mixtos.

3.4.1. Fertilización orgánica

(Casaccia y Sánchez, 2006), dice que la utilización del abono verde puede reducir el número de operaciones de carpidas de tres a una operación en el periodo invernal con respecto a un cultivo de stevia producido en forma convencional sin abono verde. El aporte de materia orgánica (rastros) al sistema de producción de stevia está en torno de 3 200 a 3 700 kg/ha.

3.4.2. Fertilización química

(Casaccia y Álvarez, 2006), indica que todo programa de fertilización deberá partir en principio, de acuerdo al resultado del análisis de suelo correspondiente, realizado con la debida antelación. De acuerdo a la cantidad de nutrientes extraídos por cultivo de stevia por cada tonelada de hoja seca, se puede realizar el cálculo de manera a efectuar una fertilización de reposición, un trabajo realizado, en donde tiene la cantidad de nutrientes exportados anualmente teniendo como base un rendimiento promedio de 2 500 kg/ha de hoja seca.

Cuadro 2: Cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo de Stevia

| Cantidad de hoja seca Kg. | N Kg. | P Kg. | K Kg. | Ca Kg. | Mg Kg. |
|------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1.000 | 65 | 8 | 56 | 16 | 4 |
| 2.500 | 162 | 19 | 140 | 40 | 9 |

Por consiguiente para reponer los nutrientes extraídos anualmente por el cultivo de stevia se necesita la aplicación de la siguiente formulación 162-19-140 es decir 162 kg/ha de nitrógeno, 19 kg/ha de fósforo y 140 kg/ha de potasio (Casaccia y Álvarez, 2006).

La función principal del nitrógeno (N) es el crecimiento de hojas y el desarrollo del tallo de la planta. Los síntomas de deficiencia son: color amarillo pálido, presentándose poco crecimiento, con hojas pequeñas y tallos débiles (Enciclopedia Terranova, 1995).

Una recomendación posible para llegar a estos requerimientos es la aplicación de la siguiente mezcla por hectárea y después de cada corte: 100 kg de la formulación 15-15-15 + 50 kg de Cloruro de Potasio + 50 kg de urea. Aplicar en cobertura 50 kg de urea a los 60 días del corte.

3.5. Nitrógeno

El papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de las moléculas de proteína y de aminoácidos, bases nitrogenadas y ácidos nucleicos, enzimas y coenzimas, vitaminas, glico y lipoproteínas, pigmentos. Constituyente y activador de todas las enzimas.

Interviene en procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis, multiplicación y diferenciación celular, herencia.

En consecuencia está involucrado en la mayoría de las reacciones bioquímicas determinantes de la vida vegetal.

El nitrógeno también juega un importante papel en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es indispensable para la formación de la molécula de clorofila. El nitrógeno es el componente de vitamina que tiene una importancia extraordinaria para el crecimiento de la planta.

Entre las funciones importantes del nitrógeno, están las de aumentar el vigor general de las plantas, dar color verde a las hojas y demás partes aéreas, favorece el crecimiento del follaje y el desarrollo de los tallos y promover la formación de frutos y granos; contribuye en resumen a la formación de los tejidos y se puede decir que es el elemento de crecimiento (Tamayo e Hincapié, 2005).

3.5.1. Función del nitrógeno en la planta

El nitrógeno es un constituyente esencial en las células. Al ingresar en ellas se transforma en proteínas y luego en enzimas, núcleo proteínas y algunos de ellos están en los cromosomas, resultando ser estos compuestos catalizadores y directores del metabolismo de la planta. Además:

- Acelera la división celular.

- Acelera la elongación de las raíces y mejora la capacidad de ellas de absorber fósforo.
- Es componente de las vitaminas.
- Es necesario en la síntesis de clorofila, elemento primordial en la fotosíntesis para la formación de hidratos de carbono.
- Aumenta la producción de las cosechas y forrajes, etc.

3.5.2. Función del nitrógeno en el suelo

El nitrógeno bajo la forma de NO_3 (nitrato) es absorbido por las plantas, siendo muy soluble en el agua. También se absorbe como NH_4 (amonio), pero generalmente en este estado se encuentra adherido a las partículas del suelo y luego se oxida pasando a la forma de nitratos para luego difundirse en la solución del suelo. Por esta característica se puede lavar (fuente de pérdidas) fácilmente en el perfil del suelo, siendo aprovechable sólo por aquellas plantas que tienen un excelente sistema radicular.

El nitrógeno en el suelo tiene gran movilidad horizontal o vertical, por lo tanto es menos móvil en los suelos pesados que en los arenosos. Por ello es muy importante alejar el fertilizante nitrogenado de las líneas de siembra, pues se puede producir el "quemado" de ellas o efectos tóxicos, retrasando su crecimiento e incluso reduciendo los rendimientos.

3.5.3. Formas de aplicación del nitrógeno

Se puede incorporar en bandas; al voleo incorporado o al voleo en cobertura. Como el N tiene gran movilidad en el suelo, la aplicación en la zona radicular

no es crítica, para que éste sea interceptado por las raíces, la forma de aplicación dependerá del tipo de fertilizante, el momento de aplicación, de la dosis usada y de las condiciones de suelo y clima.

3.5.4. Síntomas de deficiencia del Nitrógeno

- a) Visibles:** Hojas amarillas. Inicialmente las más viejas como resultado de las proteólisis. Angulo agudo entre el tallo y las hojas. Dormancia de yemas laterales. Precocidad de la senescencia. Reducción en el área foliar por adelgazamiento de las hojas. Hojas pequeñas por menor número de células.
- b) Químicos:** Bajo tenor de clorofila. Producción de otros, pigmentos en algunos casos. Reducción de los contenidos de nitrato, aminoácidos y proteínas en la planta.
- c) Anatómicos:** Crecimiento de la planta en general disminuido con posibles aumentos en raíces comprimidas en algunos casos.
- d) Citológicos:** Núcleos pequeños. Cloroplastos pequeños.
- e) Metabólicos:** Reducción en la síntesis proteica. Alto contenido de azúcares y alta presión osmótica.

3.5.5. Fuentes nitrogenadas

La descomposición de la materia orgánica suministra casi todo el N del suelo. Cada 1% de M.O. entrega cerca de 20 Kg. de N por año, que es una cantidad insuficiente para la mayoría de los cultivos.

Por esta razón las plantas no leguminosas deben ser fertilizadas con N para que se produzcan altos rendimientos. La mayor parte de los fertilizantes nitrogenados provienen de la síntesis de amoníaco a partir del nitrógeno del aire y del gas natural.

3.6. Urea

Es el fertilizante más usado, contiene 46% de N y se expende bajo la forma de finas perlas que facilitan su aplicación.

Para un uso eficiente de la urea se deben hacer aplicaciones incorporadas (S. directa, presiembra con disco, en siembra con aplicación en banda, etc.) para evitar pérdidas. La urea granulada es mucho menos higroscópica que la perlada.

3.6.1. Usos de la Urea

- a) El Fertilizante:** La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno.

La urea se adapta a diferentes tipos de cultivos. Es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. Debe tenerse

mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si ésta es aplicada en la superficie, o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

b) Fertilización foliar: La fertilización foliar es una antigua práctica, pero en general se aplican cantidades relativamente exiguas con relación a las de suelo, en particular de macronutrientes. Sin embargo varios antecedentes internacionales demuestran que el empleo de urea bajo de biuret permite reducir las dosis de fertilizantes aplicados al suelo, sin pérdida de rendimiento, tamaño y calidad de fruta.

3.6.2. Recomendaciones generales para la aplicación y uso de los fertilizantes nitrogenados

Para determinar la dosis necesaria de fertilizante nitrogenado en un cultivo habría que hacer la siguiente ecuación:

$$N \text{ a aplicar} = (N \text{ extraído por el cultivo}) - (N \text{ aportado por el suelo} + \text{Pérdidas de N})$$

Esta ecuación es difícil de calcular exactamente; sólo se puede tratar de estimarla. Pero para ello se requiere disponer de mucha información (análisis de suelo en varios momentos) y cierta experiencia.

El N extraído o necesario para un cultivo y rinde determinado nos lo pueden proveer estudios experimentales y laboratorios serios.

El N aportado por el suelo lo podemos estimar conociendo el contenido de M.O., la incidencia de los cultivos anteriores, la época y tipo de labores realizadas, el clima de la región, etc. Las pérdidas de N las podemos estimar conociendo las lluvias, manejo del suelo, época de duración del barbecho, pendientes del lote, pH, etc. Como vemos, esta determinación es muy compleja y para realizarla se requiere de experiencia, conocimiento previo de las respuestas locales e información de los factores antes mencionados.

Por lo tanto, sólo podemos dar recomendaciones orientativas, siempre partiendo de manera obligatoria desde el buen manejo del suelo y los cultivos, basándonos en el nivel de materia orgánica y la disponibilidad de nitratos (0 – 40 cm) según análisis del primero y las necesidades de los segundos.

Dosis

Por tratarse de un tema muy complejo donde inciden varios factores, cada situación individual (potrero) generará un diagnóstico diferente. En consecuencia, daremos marcos generales donde el productor se pueda mover y resolver su problema previa consulta con un profesional para definir cantidad, tipo de fertilizante y momento de aplicación, según resultado del análisis de suelo.

**Cuadro 3: Contenido de N y recomendaciones de fertilización
nitrogenada en los cultivos**

| Nitrógeno | |
|-------------------------|------------------------|
| <40 ppm | aplicar 90/120 Kg N/ha |
| 40-70 ppm | aplicar 70/90 Kg N/ha |
| 70-100 ppm | aplicar 50/70 Kg N/ha |
| 100-130 ppm | aplicar 35/50 Kg N/ha |
| > 130 ppm | aplicar 15/35 Kg N/ha |
| ppm = partes por millón | |

Fuente: Ing. Carlos Alberto Amadeo; UBA (1968).

**Cuadro 4: Dosificación combinada de fertilizantes en gramos por
tratamiento en stevia**

| TRATAMIENTO | COMPOSICIÓN | CANTIDAD/HA | CANTIDAD/PL. |
|--------------------------------------|-------------|--|--------------|
| Testigo (T ₀) | N | 0 | 0 |
| | P | 0 | 0 |
| | K | 0 | 0 |
| Tratamiento # 1 (T ₁) | N | $\frac{120000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 1 g |
| | P | $\frac{20000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 0.33 g |
| | K | $\frac{40000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 0.67 g |
| Tratamiento # 2 (T ₂) | N | $\frac{80000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 0.67 g |
| | P | $\frac{150000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 0.25 g |
| | K | $\frac{30000 \text{ Kg/ha}}{60000 \text{ Pl/ha}}$ | 0.5 g |

Los cálculos se obtuvieron con base en las investigaciones desarrolladas en la universidad de Córdoba donde se han adelantado trabajos con material vegetativo de stevia durante los años 2005 y 2007 con 62.500, 125.000 y 250.000 plantas/ha. para 'Morita 1' y 'Morita 2' (Barbosa y Jana, 2007).

3.6.3. Rendimiento de materia seca de hojas de *Stevia rebaudiana* Bertoni con diferentes fuentes de nitrógeno

(Bonilla *et al.*,) menciona que; no se destacó diferencia significativa en el rendimiento de materia seca de hojas en las dos cosechas, los rendimientos fueron menores debido a que durante el desarrollo del cultivo se presentaron fuertes lluvias que causaron encharcamientos y retraso en el desarrollo de las plantas localmente se reportan rendimientos de 1 00 – 1 100 Kg./ha de materia de hojas, con plántulas obtenidas por estacas con frecuencias de corte entre 60 – 70 días y cultivos de 6 años de edad.

Cuadro 5: Dosis de N con tres fuentes de Nitrógeno en el Rendimiento

Promedios con el mismo subíndice no difieren significativamente al nivel de P < 005

| Tratamiento | | Rendimiento de hojas (Kg/ha) | |
|--------------------|-------------------|------------------------------|-----------|
| Dosis de N (Kg/ha) | Fuente | Cosecha 1 | Cosecha 2 |
| 0 | | 350.0 a | 562.7 a |
| 100 | Urea (46% N) | 593.8 a | 649.0 a |
| 100 | Compost (1.5 % N) | 331.3 a | 385.6 a |
| 100 | Gallinaza (1% N) | 433.3 a | 320.4 a |

Fuente: (Bonilla *et al.*). Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, AA. 237

Concentración y extracción de nutrientes

La concentración de nutrientes en hojas de stevia durante las dos cosechas fue mayor en el tratamiento donde se utilizó urea por la baja disponibilidad de nitrógeno de las otras fuentes.

Cuadro 6: Rendimiento de materia seca total de Stevia a 100 Kg de N/ha

Promedios con el mismo subíndice no difieren significativamente al nivel de $P < 0.05$

| Tratamiento | | Materia seca Total (hojas y tallos) (Kg/ha) |
|--------------------|-------------------|---|
| Dosis de N (Kg/ha) | Fuente | |
| 0 | | 1022.9 a – 1051.9 a |
| 100 | Urea (46% N) | 1495.8 a – 1245.6 a |
| 100 | Compost (1.5 % N) | 989.6 a – 844.2 a |
| 100 | Gallinaza (1% N) | 1102.1 a – 755.6 a |

Fuente: (Bonilla *et al*), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, AA. 237

3.7. Los grados Brix (°Bx)

Los grados brix (símbolo °Bx) sirven para determinar el cociente total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, es la concentración de sólidos-solubles. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido. Dicho de otro modo, en 100 g de solución hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua. Los grados brix se cuantifican con un sacarímetro - que mide la densidad (o gravedad específica) de líquidos- o, más fácilmente, con un refractómetro.

La escala brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o bebidas suaves, y en la industria azucarera. En diversos países se utilizan las tres escalas, en industrias varias. En el Reino Unido, en la elaboración de cerveza esta escala se aplica mediante el valor de la densidad multiplicado por 1 000 (grados europeos de la escala Plato). En las industrias de los EE.UU. se utiliza una mezcla de valores de gravedad específica de los grados brix, Baumé y de la escala Plato.

3.7.1. Antecedentes de experiencias similares

- Pérez Meleán, Luque Escalona y Steines en las Islas Canarias, sembraron lechuga sobre un sustrato p<5mez “Picon”; usaron una solución nutritiva en la cual cada uno de los elementos (N, P, K, Ca, Mg, S) estuvo en las dos condiciones de deficiencia y exceso. Los resultados mostraron que todos los tratamientos, tanto los deficientes como los excesivos, disminuyeron la producción de lechuga. Pero solo severas deficiencias de Ca y P exhibieron síntomas visibles (Añez Roverol y Tavira, 1981).
- Borkowski en experimentos en pots con suelos turbosos en Polonia, señala que la fertilización nitrogenada a pH bajos, no aumentó los rendimientos de lechuga y algunas veces los redujo; sin embargo, a pH 6 los rendimientos fueron aumentados marcadamente por el N (Añez Roverol y Tavira, 1981).

- Gardner y Pew compararon la efectividad de las aplicaciones de NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y urea, en lechuga arrepollada variedad "Climax". La fuente de N no afectó el rendimiento, calidad, tamaño de cabeza ni la acumulación total de N. La absorción de N en forma de NO_3^- y de NH_4^+ fue aumentando al pasar la temperatura del aire de 8 a 23°C (Añez Rovirol y Tavira, 1981).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la Estación Experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado en el distrito de la Banda de Shilcayo a 2,5 km de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín.

La ubicación política y geográfica se menciona a continuación.

Ubicación geográfica

| | | |
|----------------|---|----------------|
| Latitud sur | : | 06° 30' 07" |
| Longitud oeste | : | 76° 20' 09" |
| Altitud | : | 360 m.s.n.m.m. |

Ubicación política

| | | |
|-----------|---|-------------------|
| Distrito | : | Banda de Shilcayo |
| Provincia | : | San Martín |
| Región | : | San Martín |

Condiciones climáticas

(Holdridge, 1982), indica que el área de vida se describe como Bosque Seco Tropical BST, con el régimen rústico climático y régimen de temperatura isohipertérmica.

4.2. Componentes estudiados

Este trabajo de investigación se realizó con la aplicación de urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, considerando 5 dosis por cada tratamiento (0, 30, 60, 90, 120 N) con tres repeticiones; haciendo un total de 15 unidades experimentales.

4.3. Tratamientos en estudio

Cuadro 7: Descripción de los tratamientos estudiados

| TRATAMIENTO | CLAVE | DESCRIPCIÓN |
|-------------|----------------|--------------------------------|
| 0 | T ₀ | 00 N: T ₀ (Testigo) |
| 1 | T ₁ | 30 N: T ₁ |
| 2 | T ₂ | 60 N: T ₂ |
| 3 | T ₃ | 90 N: T ₃ |
| 4 | T ₄ | 120 N: T ₄ |

El desarrollo del proyecto de tesis se realizó por espacio de un año, por lo cual habían 23 fechas para evaluar, por lo tanto la evaluación fue cada 14 días. De las cuales se evaluó 8 plantas por tratamiento incluyendo el testigo. Las plantas evaluadas se escogieron al azar. Luego de las evaluaciones correspondientes se realizó el análisis estadístico para determinar cómo afectó la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca.

4.4. Metodología

4.4.1. Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA). Con cinco dosis de 0, 30, 60, 90, 120

Kg/ha, de fertilizante nitrogenado, según los tratamientos establecido por el ICT.

Los datos de campo obtenidos fueron procesados con el Software estadístico SPSS 19 con nivel de confianza de 95% a través de la significación de P-valor. Para efectos de comparación de medias, se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 5%.

4.5. Ejecución del experimento

En el presente experimento se utilizó los esquejes criollos y realizaron las siguientes labores:

1. Análisis de suelo

Se realizó un análisis de suelo para conocer el estado de composición de nutrientes. El análisis de suelo se realizó en el laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).



Cuadro N° 8: Análisis de Suelo

SOLICITANTE : Clayri D. Vera Peralta
 PROCEDENCIA : Laguna Venecia-Bda de Shilcayo-San Martín-San Martín
 Experiim./cultivo actual: Py: "Fertilización nitrogenada de Stevia"

| Número de la muestra | | | | pH | C.E dS/m | CaCO ₃ (%) | M.O (%) | N (%) | P (ppm) | K (ppm) | ANÁLISIS MECANICO | | | |
|----------------------|----|-------|----|------|-------------|--------------------------|------------|----------|------------|------------|-------------------|------|---------|-------------------|
| | | | | | | | | | | | Arena | Limo | Arcilla | CLASE TEXTURAL |
| Lab. | | Campo | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 02 | 0026 | M1 | 5.49 | 0.04 | 0.00 | 1.33 | 0.04 | 15.23 | 50 | 64.24 | 8.00 | 26.76 | Fra-Arc-Are |

| C.I.C. efectiva | C.I.C. | CATIONES CAMBIABLES | | | | | Suma de bases | % Sat de bases |
|--------------------|--------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | Al ³⁺ +H ⁺ | | |
| | | meq/100 | | | | | | |
| 2.31 | | 1.05 | 0.23 | 0.13 | 0.00 | 0.81 | 1.41 | 63.53 |

Fuente: Laboratorio del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT).

2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se inició el día jueves 14 de febrero del año 2013, de forma manual, primeramente reconociendo el lugar y luego con una pala, se removió el suelo junto con las pequeñas malezas encontradas en el terreno.



3. Trazado del campo experimental y estaqueo del mismo

El trazado y estaqueo del campo experimental se realizó el mismo día de la preparación del terreno, para esta labor se usaron cordeles (rafia de colores), estacas de madera y wincha.



4. Preparación de camas

Así mismo como las labores anteriores este día jueves 14 de febrero del año 2013, se realizó la preparación de las camas.



Foto 10: Preparación de las camas

Las camas midieron 1.50 m de ancho x 1.80 m de largo, las distancias entre camas es de 1 m y la altura es de 0.20 m.

5. Estaqueo y delimitación de las camas para realizar la siembra



Foto 11: Estaqueo y delimitación de las camas

Se realizó con la finalidad de tener los puntos donde van a ir ubicadas las plántulas de stevia. Esta labor nos permitió realiza la delimitación de cada tratamiento y/o unidad experimental.

6. Transplante (siembra) para el estudio realizado.

Para el transplante se utilizó plantones que se desarrollaron en el vivero del ICT.

- **Densidad**

La empresa STEVIA ONE generalmente está sembrando con una distancia de 0.20 m entre hileras y 0.30 m de planta a planta. Alcanzando una densidad de 111 000 plantas por hectárea. (Ing. Jim Vásquez, 2013).

- **Plantación**

Para la siembra de las plantas de stevia se manejó cuidadosamente, se hizo los respectivos hoyos a las distancias establecidas, y luego realizamos el transplante.

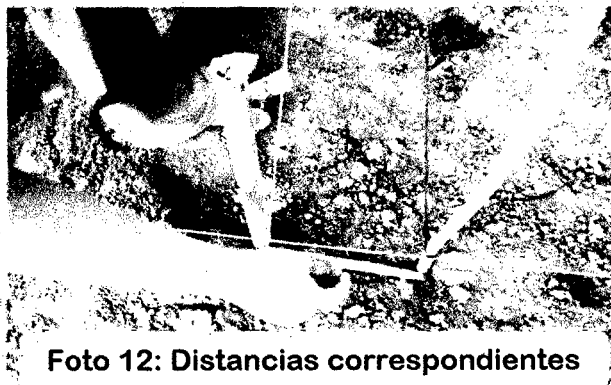


Foto 12: Distancias correspondientes

Para la siembra de las plántulas de stevia, en el Instituto de Cultivos Tropicales, se usó una distancia de 0.2 m x 0.5 m.



Foto 13: Hoyos para la siembra

El día martes 19 de Febrero del años 2013 se hicieron los respectivos hoyos cada uno con su distancia correspondiente de 0.20 m x 0.5 m.



Foto 14: Siembra

La siembra se realizó el mismo día en que se hicieron los hoyos, esta siembra se realizó teniendo en cuenta los distanciamientos de 0.20 m x 0.50 m, esta medida se cortó un pequeño palito

que medía 0.20 m y para los 0.50 m se usó dos estacas y rafia la cual permitió que la siembra sea derecha.

7. Riegos

Los riegos para las plantas de stevia se realizaron manualmente, al principio con un balde, y luego se utilizó una manguera; el agua que se utilizó fue de un tanque con una capacidad de 500 litros. Se regó hasta que las plantas y el suelo estaban completamente mojados. Los riegos fueron constantes, después de la siembra se regó todos los días por 1 mes luego se realizó tres veces por semana, igualmente después de la cosecha, y así mismo después de la fertilización.

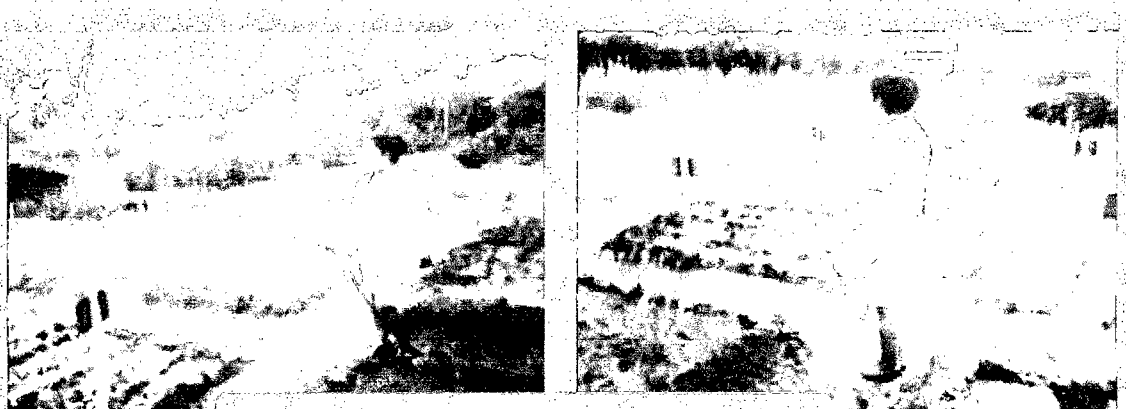


Foto 15 y 16: Riego

8. Recalce

Se realizó cuando las plantas de stevia no habían crecido, lo cual se hizo manualmente el tiempo de recalce dependió del prendimiento de la misma.

Para el recalce se utilizó machete esto es para hacer los hoyos donde van a ir las plantas de stevia.

El recalce se realizó a los 9 días después de que se sembró, solo se hizo el recalce por tres veces, para esto se esperó durante el mes para ver si aún existían plantas muertas.

9. Fertilización

La fertilización se realizó con la aplicación de fertilizante nitrogenado (Urea), a los dos meses después de la siembra.

Para la fertilización se usó Urea como fertilizante nitrogenado, se aplicó 3 veces en un año, lo cual fue de 3 aplicaciones cada 4 meses, en laboratorio se pesaron las muestras de urea que se utilizó para la fertilización.

La primera aplicación se hizo a los dos meses después de la siembra y las siguientes se fertilizaron a los cuatro meses al igual que la siguiente.



Foto 17 y 18: Pesado y aplicación de la urea



Foto 19 y 20: Pesado y aplicación de la urea

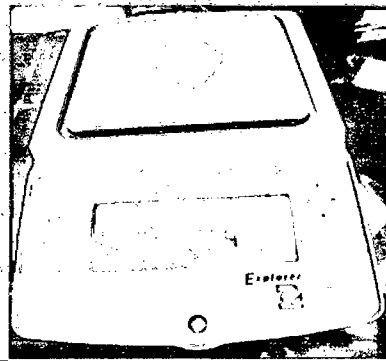
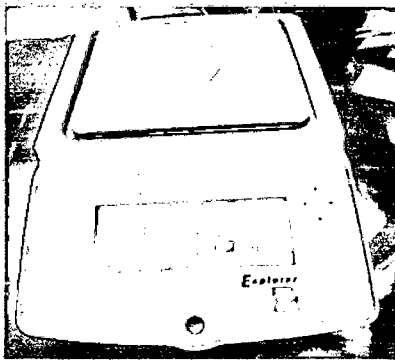


Foto 21 y 22: Pesado de la urea N-30 y N-60

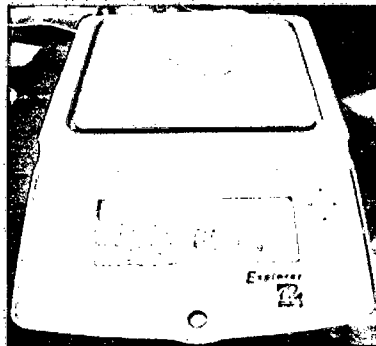
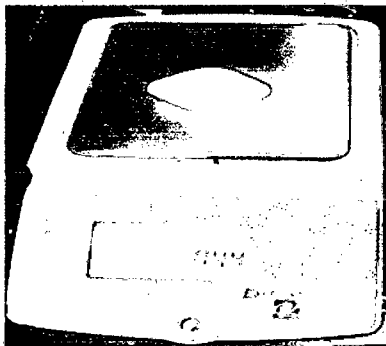


Foto 23 y 24: Pesado de la urea N-90 y N-120

10. Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente, también, se utilizó una lampita cuando la hierba estaba empezando a salir.

El control de malezas en este cultivo es primordial, se hizo 10 cultivos en un año, el primer cultivo fue a los 19 días, luego se realizó cada vez que se veía crecer la hierba, pero al ir pasando los meses, ya no se necesitó estar cultivando constantemente ya que no había mucha presencia de hierbas.

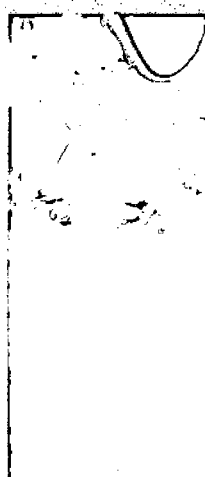


Foto 25 y 26: Cultivo

11. Control de plagas y enfermedades

Para el control de las plagas y enfermedades, se aplicó productos químicos como el Sherpa, Protexin y Benomil, para el control de insectos y hongos.



Foto 27 y 28: Aplicación de productos químicos

12. Cosecha

La siembra se efectuó en febrero – marzo, el primer corte se hizo junio – julio a agosto que representa el 20% del rendimiento anual del cultivo, el segundo corte entre setiembre – noviembre, y el tercer u ultimo corte se hizo en enero – febrero. Se realizó tres cortes en un año, para este corte se utilizó tijeras podadoras, bolsas, balanzas, brixometro, mortero, papelotes, bolígrafo y cuaderno de notas.

Se cortó a 5 centímetros del suelo, con la tijera de podar, luego se colocó en bolsas cada tratamiento en su respectiva bolsa. Después de la cosecha se aplicó Sulfato de cobre para evitar que se contamine con hongos o alguna enfermedad además que sirve como cicatrizante.

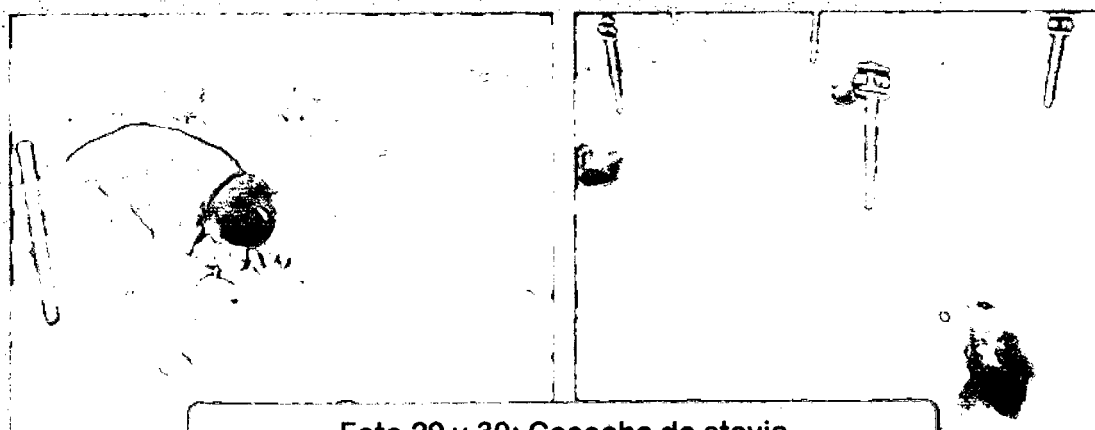


Foto 29 y 30: Cosecha de stevia



Foto 31 y 32: Aplicación del cicatrizante Sulfato de cobre

13. Manejo del corte, pre limpieza y secado

Después del corte, se pesó para luego pasar al área de secado, donde se separó cada tratamiento en una bandeja diferente, después del secado se entrega al profesional responsable quien se encargó de procesarlo haciendo un polvo de las hojas de stevia.



Foto 33 y 34: Secado de stevia

4.6. Evaluaciones registradas

a) Altura de la planta

La altura se evaluó cada 14 días, 8 plantas por tratamiento, las medidas tomadas fue desde la base del tallo hasta el extremo terminal superior o yema terminal, estas evaluaciones se realizaron partir de los 30 días después de la siembra. Utilizando una regla milimetrada de 30 cm, como las plantas fueron creciendo se usó una regla de 1 m.



Foto 35: Altura de Planta

b) Número de macollos/mata

De cada tratamiento se tomaron 8 plantas, a cada planta se le contó los macollos/ matas, las medidas fueron anotadas en la libreta de apuntes, para luego pasar al sistema.

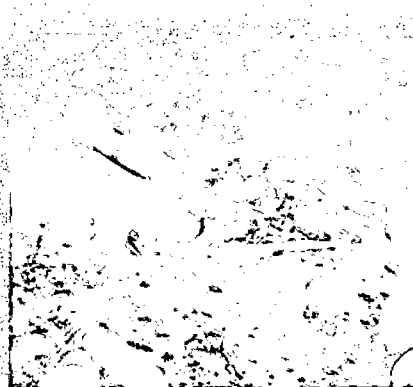


Foto 36: N° de Macollos/Mata

c) Número de hojas por planta

Se contabilizó el total de hojas por planta. Se contó cada hoja que la planta tenía, observando bien cada hoja de la planta. Se tomó nota los datos obtenidos en una libreta de apuntes para luego ser procesados. Esta evaluación fue cada 14 días.

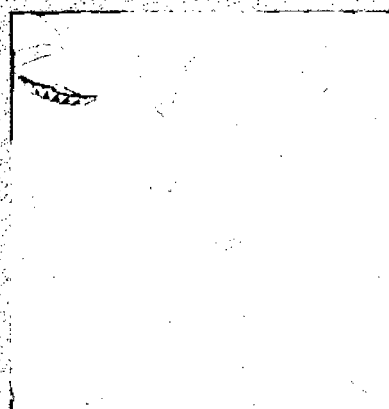


Foto 37: N° de Hojas

d) Peso de hojas más ramas

Después del primer corte se pesaron las hojas más ramas para obtener una parte de rendimiento de hojas más ramas para luego secar a temperaturas ambiente.



Foto 38: Peso de hojas más ramas

e) Rendimiento de hoja seca

Se secaron las hojas obtenidas mediante la cosecha a temperatura ambiente bajo sombra, para luego sacar un rendimiento de materia seca de las hojas.

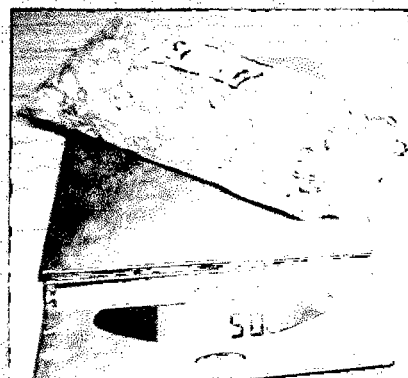


Foto 39: Rendimiento de hoja seca

f) Número de cosechas

En este experimento se realizaron tres cortes por año lo cual quiere decir tres cosechas en un año.

g) Grados brix (Bx)

Se midió el jugo obtenido de las 8 unidades experimentales que están en evaluación de cada uno de los tratamientos, después de cada cosecha. Con el Brixometro se determinó el el grado Brix de la stevia.



Foto 40: Grado Brix

V. RESULTADOS

5.1. Altura de planta

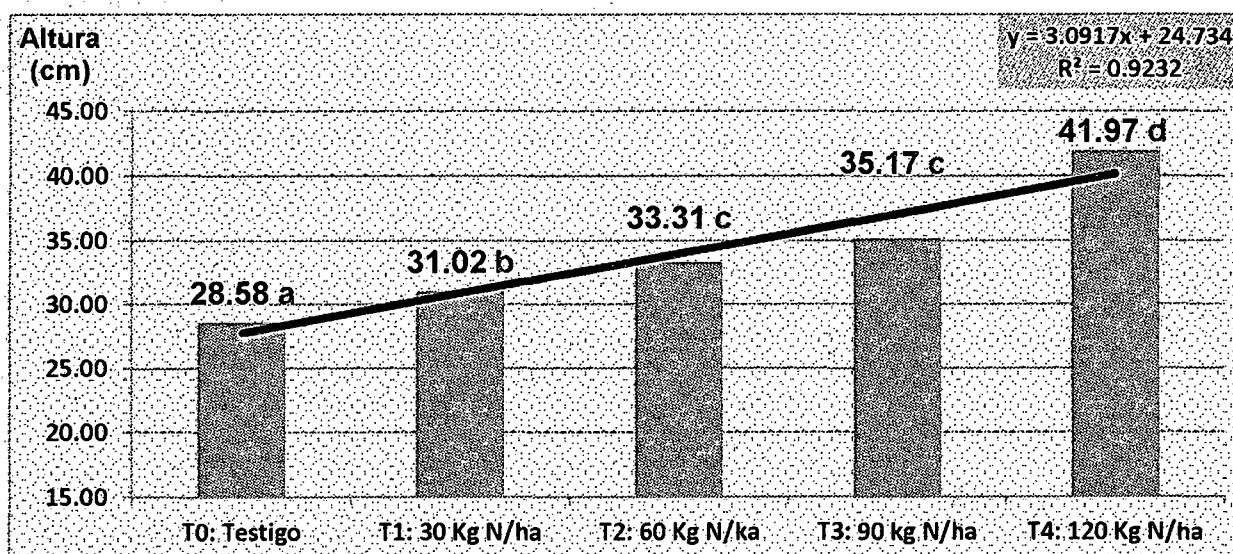
Cuadro 9: ANVA para la Altura de planta (cm)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C. | P-valor Sig. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|--------------|
| Bloques | 57,957 | 2 | 28,978 | 29,437 | 0,000 ** |
| Tratamientos | 310,613 | 4 | 77,653 | 78,884 | 0,000 ** |
| Error | 7,875 | 8 | 0,984 | | |
| Total corregida | 376,445 | 14 | | | |

$R^2 = 97,9\%$

C.V. = 2,92%

$\bar{X} = 34,01$



Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en la altura de planta

5.2. Número de macollos por mata

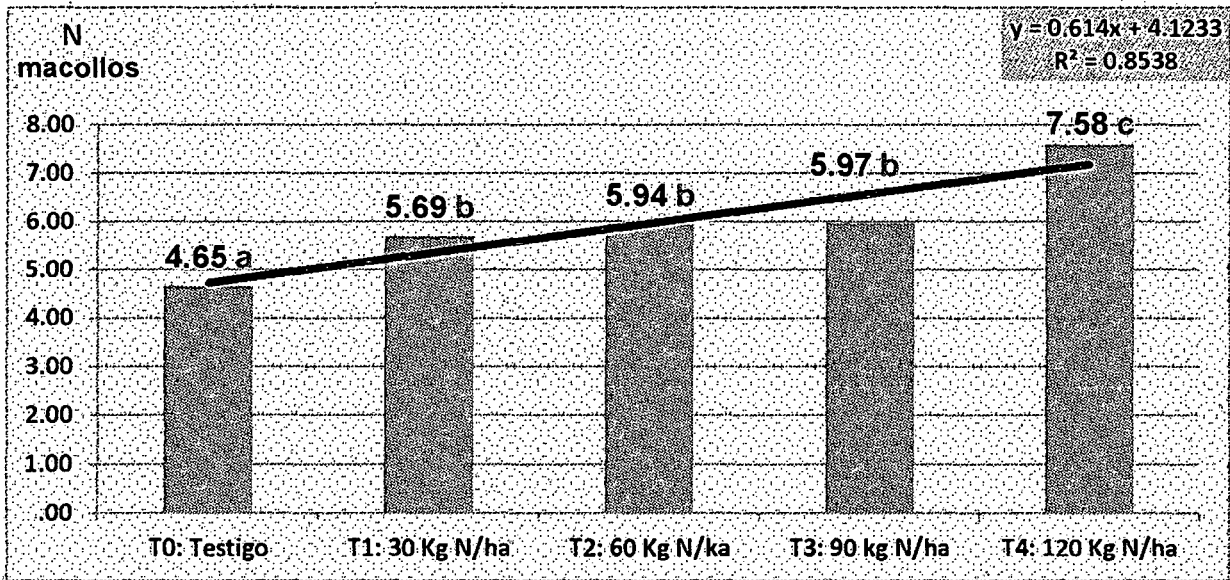
Cuadro 10: ANVA para el Número de macollos por mata

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C. | P-valor Sig. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|--------------|
| Bloques | 0,083 | 2 | 0,042 | 15,323 | 0,002 ** |
| Tratamientos | 0,544 | 4 | 0,136 | 50,151 | 0,000 ** |
| Error | 0,022 | 8 | 0,003 | | |
| Total corregida | 0,648 | 14 | | | |

$R^2 = 96,7\%$

C.V. = 2,24%

$\bar{X} = 2,44$



Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Número de macollos por mata

5.3. Numero de hojas por planta

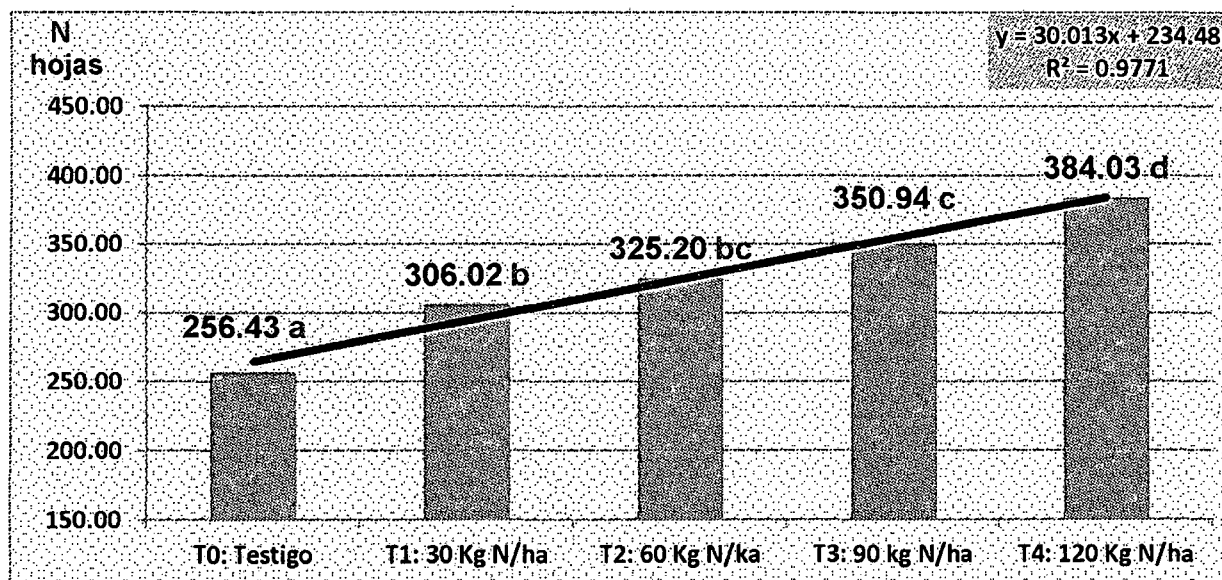
Cuadro 11: ANVA para el Numero de hojas por planta

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C. | P-valor Sig. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|--------|--------------|
| Bloques | 0,366 | 2 | 0,183 | 1,167 | 0,359 N.S. |
| Tratamientos | 21,865 | 4 | 5,466 | 34,896 | 0,000 ** |
| Error Experimental | 1,253 | 8 | 0,157 | | |
| Total | 23,484 | 14 | | | |

$R^2 = 94,7\%$

C.V. = 2,2%

$\bar{X} = 17,97$



Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Número de hojas por planta

5.4. **Peso de hojas más ramas**

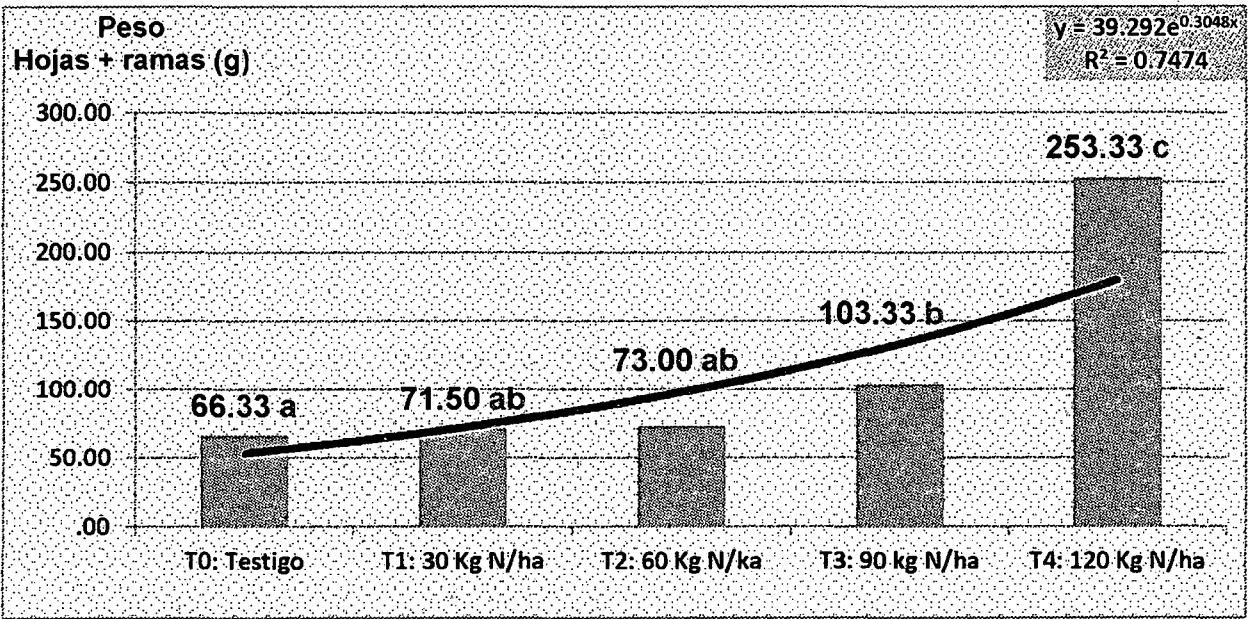
Cuadro 12: ANVA para el Peso de hojas más ramas (g)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C | P-valor Sig. |
|---------------------------|----------------------|------|---------------------|--------|-----------------|
| Bloques | 457,500 | 2 | 228,750 | 0,785 | 0,488 N.S. |
| Tratamientos | 75857,000 | 4 | 18964,250 | 65,113 | 0,000 ** |
| Error | 2330,000 | 8 | 291,250 | | |
| Total corregida | 78644,500 | 14 | | | |

$R^2 = 97,0\%$

C.V. = 15,04%

$\bar{X} = 113,50$



Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el Peso de hojas más ramas

5.5. Rendimiento de hoja seca

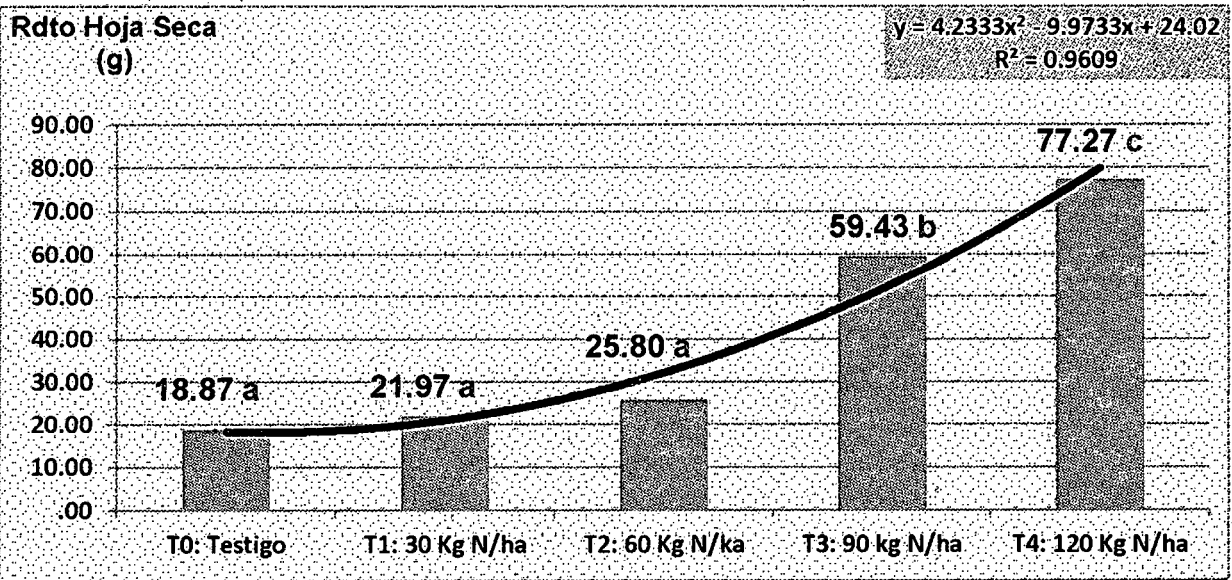
Cuadro 13: ANVA para el Rendimiento de hoja seca (g)

| Fuente de variabilidad | Suma de cuadrados | G.L. | Media cuadrática | F.C. | P-valor Sig. |
|------------------------|-------------------|------|------------------|----------|--------------|
| Bloques | 0,001 | 2 | 0,0005 | 0,000029 | 1,000 N.S. |
| Tratamientos | 8213,087 | 4 | 2053,272 | 119,424 | 0,000 ** |
| Error | 137,545 | 8 | 17,193 | | |
| Total corregida | 8350,633 | 14 | | | |

$R^2 = 98,4\%$

C.V. = 10,2%

$\bar{X} = 40,67$



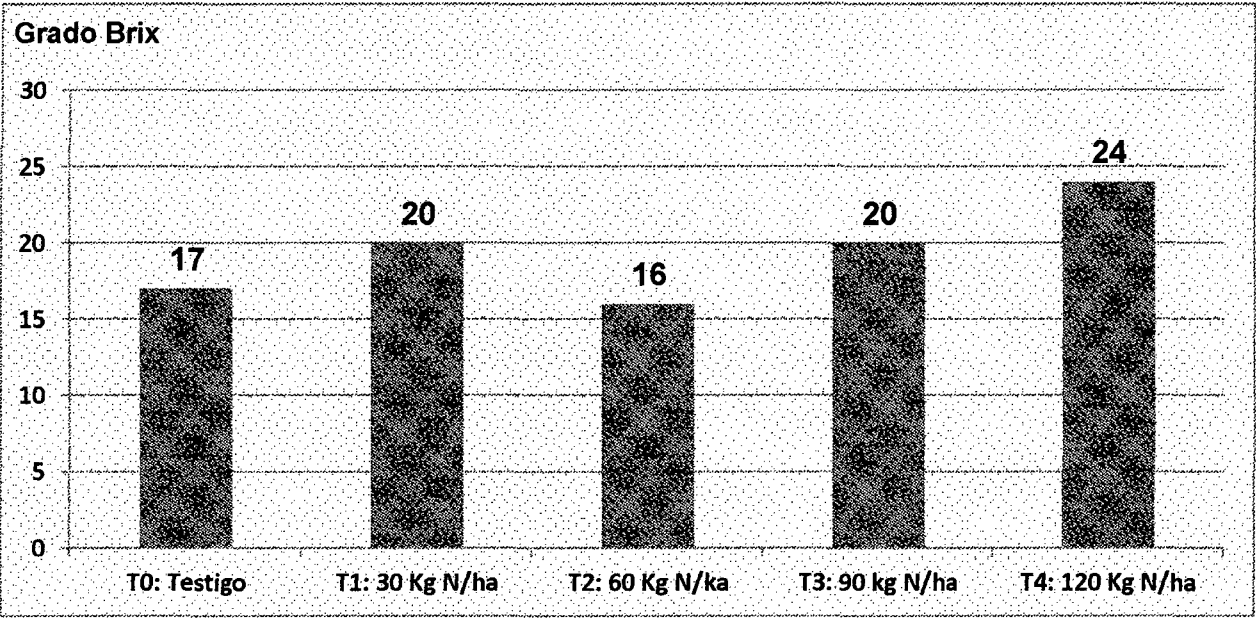
Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0,05$) para promedios de tratamientos en el rendimiento de hoja seca

5.6. Grados Brix



Cuadro 14: Grados Brix promedio por tratamiento



VI. DISCUSIONES

6.1. De la altura de planta

La fuente de variabilidad tratamientos reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y la fuente de variabilidad bloques también reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), siendo que el arreglo de los bloques para esta variable si representó su eficiencia en el control del error experimental, indicado en el ANVA (cuadro 9). El efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de N) sobre la altura de planta es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 97,9%. Así mismo, el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2,92% determinó que la desviación de la información obtenida fue muy pequeña y el cual además se encuentran dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos en campo definitivo.

Respecto a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para los promedios de tratamientos (gráfico 1) también ha detectado diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, corroborando los resultados del ANVA (cuadro 9), observándose que el tratamiento T4 (120 kg de $N \cdot ha^{-1}$) reportó el mayor promedio con 41.97 cm de altura de planta, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T3 (90 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T2 (60 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T1 (30 kg de $N \cdot ha^{-1}$) y T0 (Testigo) con promedios de 35,17 cm, 33,31 cm, 31,02 cm y 28,58 cm de altura de planta respectivamente. Estos resultados representaron también un comportamiento lineal positivo de la altura de planta en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado, descrita por la ecuación $Y = 3,0917x + 24,734$ y una alta correlación (r) de

96,08% ($r = \sqrt{R^2} \times 100$) entre la variable independiente (Dosis de Nitrógeno) y la variable dependiente (Altura de planta).

Es importante destacar que las prácticas de manejo que minimizan las pérdidas de N e incrementan la recuperación de N por los cultivos resultan en una mayor eficiencia de uso del fertilizante y un menor impacto ambiental de los mismos. Se debe tener en cuenta que los procesos y reacciones del N en el suelo (nitrificación, desnitrificación, volatilización, lavado, etc.) ocurren independientemente de la fuente de N que se use (Tisdale *et al.*, 1993). Las reacciones de los fertilizantes nitrogenados en el suelo dependen de la forma inorgánica de N que aporten: NO_3^- o NH_4^+ . El NO_3^- es altamente soluble y móvil en el suelo, por lo tanto es muy susceptible a ser perdido por lavado y/o desnitrificación. El NH_4^+ puede ser adsorbido en el complejo de intercambio y es por lo tanto menos susceptible a movimientos por difusión o transporte por el agua del suelo. Sin embargo, la aplicación localizada de fertilizantes amoniacales como la urea o el amoníaco anhidro afecta la química del área de aplicación del fertilizante. Los efectos iniciales de fuentes amoniacales ácidas (nitrato de amonio, sulfato de amonio, fosfato monoamónico) involucran reacciones de intercambio catiónico y precipitación. Las reacciones iniciales de fuentes amoniacales básicas (urea, amoníaco anhidro, fosfato diamónico) son más complejas e incluyen i) hidrólisis de la urea, ii) aumentos de pH) altos niveles de NH_3 y NH_4^+) disminución de las poblaciones microbianas, especialmente nitrificadores (Boswell *et al.*, 1985).

6.2. Del Número de macollos por mata

La fuente de variabilidad tratamientos reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y la fuente de variabilidad bloques también reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), siendo que el arreglo de los bloques para esta variable si representó su eficiencia en el control del error experimental, indicado en el ANVA (cuadro 10). El efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de N) sobre el número de macollos por mata es explicada por el coeficiente de determinación (R^2) en 96,7%. Así mismo, el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2,24% determinó que la desviación de la información obtenida fue muy pequeña y el cual además se encuentran dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos en campo definitivo.

Respecto a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para los promedios de tratamientos (gráfico 2), se ha detectado diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, corroborando los resultados del ANVA (cuadro 10), observándose que el tratamiento T4 (120 kg de $N \cdot ha^{-1}$) reportó el mayor promedio con 7,5 macollos por mata, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T3 (90 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T2 (60 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T1 (30 kg de $N \cdot ha^{-1}$) y T0 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 5,97 macollos, 5,94 macollos, 5,69 macollos y 4,65 macollos por mata respectivamente. Estos resultados representaron también un comportamiento lineal positivo del número de macollos por mata en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado, descrita por la ecuación $Y = 0,614x + 4,1233$ y una alta correlación (r) de 92,4% ($r = \sqrt{R^2} \times 100$) entre la variable

independiente (dosis de nitrógeno) y la variable dependiente (Número de macollos por mata).

En el suelo la urea es hidrolizada en una reacción catalizada por la enzima ureasa. La hidrólisis resulta en el consumo de H^+ con el consiguiente aumento del pH lo que favorece la formación de NH_3 , y por lo tanto de la volatilización de NH_3 . Las pérdidas por volatilización aumentan con la dosis de N usadas. Las alternativas de manejo de fertilizantes para reducir la volatilización incluyen la incorporación del fertilizante, la concentración del fertilizante en bandas superficiales para reducir el contacto con el suelo, el uso de inhibidores de la ureasa o la aplicación con el agua de riego. Las labranzas reducidas que mantienen residuos en superficie pueden resultar en una mayor volatilización de NH_3 cuando se aplica urea al voleo. Esto se debe a la mayor actividad ureásica de los residuos respecto a la del suelo (McInnes *et al.*, 1986a; Barreto y Westermann, 1989), la dificultad para la difusión de la urea hacia el suelo y el ambiente más húmedo que retarda el secado del suelo.

6.3. Del Numero de hojas por planta

La fuente de variabilidad tratamientos reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y la fuente de variabilidad bloques no reportó diferencias significativas, siendo que el arreglo de los bloques para esta variable no representó su eficiencia en el control del error experimental, indicado en el ANVA (cuadro 11). El efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de N) sobre el número de hojas por planta es explicada por

el coeficiente de determinación (R^2) en 94,7%. Así mismo, el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2,2% determinó que la desviación de la información obtenida fue muy pequeña y el cual además se encuentran dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos en campo definitivo.

Respecto a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para los promedios de tratamientos (gráfico 3) también ha detectado diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, corroborando los resultados del ANVA (cuadro 11), observándose que el tratamiento T4 (120 kg de $N.ha^{-1}$) reportó el mayor promedio con 384,03 hojas por planta, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por tratamientos T3 (90 kg de $N.ha^{-1}$), T2 (60 kg de $N.ha^{-1}$), T1 (30 kg de $N.ha^{-1}$) y T0 (Testigo) con promedios de 350,94 hojas, 325,2 hojas, 306,02 hojas y 256,43 hojas por planta respectivamente. Estos resultados representaron un comportamiento lineal positivo del número de hojas por planta en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado, representada por la ecuación $Y = 30,013x + 234,48$ y una alta correlación (r) de 98,84% ($r = \sqrt{R^2} \times 100$) entre la variable independiente (Dosis de Nitrógeno) y la variable dependiente (Número de hojas por planta).

Partiendo del contenido de N en el suelo con 0,06% (cuadro 7) y de que el nitrógeno (N) es considerado el nutriente más importante para la producción vegetal por las cantidades requeridas por los cultivos y por la frecuencia con que se observan deficiencias en suelos agrícolas, tanto así que la agricultura de altos rendimientos depende del uso de fertilizantes nitrogenados.

En suelos agrícolas el NH_4^+ originado por amonificación o agregado como fertilizante es oxidado rápidamente a NO_3^- . La *nitrificación* resulta en la liberación de H^+ que es la causa de la acidificación de suelos producida por fertilizantes que contienen NH_4^+ como la urea, el nitrato de amonio o el amoníaco anhidro.

La volatilización de NH_3 es afectada por factores del suelo: pH y capacidad buffer, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y actividad ureásica; del ambiente: temperatura, contenido de agua e intercambio de aire; y de manejo: fuente y dosis de N, método de aplicación, presencia de residuos y modificaciones del fertilizante (Hargrove, 1988). La formación de NH_3 a partir del NH_4^+ aumenta exponencialmente a medida que aumenta el pH. Esta es la razón por la cual la volatilización de NH_3 es de importancia cuando se aplica urea, como se explicó anteriormente. Cuando se aplica nitrato de amonio o amoníaco anhidro, el pH del suelo no aumenta alrededor del gránulo o zona de reacción, por lo tanto no se genera una alta concentración de NH_3 . El efecto del pH sobre la volatilización de NH_3 depende de la capacidad buffer del suelo, es decir de la capacidad del suelo para resistir cambios bruscos en el pH. Suelos con mayor capacidad buffer reducen el aumento de pH ocasionado por la hidrólisis de urea y por lo tanto la volatilización de NH_3 .

6.4. Del peso de hojas más ramas

La fuente de variabilidad tratamientos reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y la fuente de variabilidad bloques no reportó diferencias significativas, siendo que el arreglo de los bloques para esta

variable no representó su eficiencia en el control del error experimental, indicado en el ANVA (cuadro 12). El efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de N) sobre el peso de hojas más ramas es explicada por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 97,0%. Así mismo, el Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 15,04% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos en campo definitivo.

Respecto a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para los promedios de tratamientos (gráfico 4) también ha detectado diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, corroborando los resultados del ANVA (cuadro 12), observándose que el Tratamiento T4 (120 kg de $N \cdot ha^{-1}$) reportó el mayor promedio con 253,33 g de peso de hojas más ramas, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T3 (90 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T2 (60 kg de $N \cdot ha^{-1}$), T1 (30 kg de $N \cdot ha^{-1}$) y T0 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 103,33 g, 73,0 g, 71,5 g y 66,33 g de peso de hojas más ramas respectivamente. Estos resultados representaron también un comportamiento no lineal exponencial positivo del peso de hojas más ramas en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado, descrita por la ecuación $Y = 39,292 e^{0,03048 x}$ y una alta correlación (r) de 86,45% ($r = \sqrt{R^2 \times 100}$) entre la variable independiente (Dosis de Nitrógeno) y la variable dependiente (Peso de hojas más ramas).

Debido a los efectos tóxicos de las altas concentraciones de NH^3 generadas alrededor del gránulo de urea, no se recomienda aplicar dosis elevadas de urea con la semilla a la siembra. Dosis de hasta 30 kg N/ha como urea

aplicada con la semilla pueden ser utilizadas en suelos de textura media a fina sin problemas de fitotoxicidad, en suelos de textura más gruesa no deberían aplicarse más de 15-20 kg N/ha como urea con la semilla (Tisdale *et al.*, 1993). En un ensayo realizado en la Unidad Integrada Balcarce en 1992, se evaluó el efecto de la aplicación de urea y nitrato de amonio junto con la semilla de trigo. Dosis de N como urea de 30, 60 y 90 kg/ha (65, 130 y 196 kg/ha de urea) redujeron la densidad de plantas en un 12, 25 y 49%, respectivamente. La aplicación de las mismas dosis de nitrato de amonio con la semilla o de urea al voleo no afectó la densidad de plantas logradas

6.5. Del rendimiento de hoja seca

El ANVA para los tratamientos reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) y la fuente de variabilidad bloques no reportó diferencias significativas, siendo que el arreglo de los bloques para esta variable no representó su eficiencia en el control del error experimental, indicado en el ANVA (cuadro 13). El efecto que han ejercido los tratamientos estudiados (Dosis de N) sobre el rendimiento de hoja seca es explicado por el coeficiente de determinación (R^2) en 98,4%. Así mismo, el coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 10,2% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos en campo definitivo.

Respecto a la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$) para los promedios de tratamientos (gráfico 5) también ha detectado diferencias significativas entre los promedios de tratamientos, corroborando los resultados del ANVA (cuadro 13), observándose que el tratamiento T4 (120 kg/ha^{-1} de N.) reportó el mayor

promedio con 77,27 g, de rendimiento de hoja seca, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los tratamientos T3 (90 kg/ha⁻¹ de N.), T2 (60 kg/ha⁻¹ de N.), T1 (30 kg/ha⁻¹ de N.) y T0 (Testigo) quienes obtuvieron promedios de 59,43 g, 25,8 g, 21,97 g y 18,87 g de rendimiento de hoja seca respectivamente. Estos resultados representaron también un comportamiento no lineal polinómico positivo del rendimiento de hoja seca en función de las dosis crecientes de nitrógeno aplicado, descrita por la ecuación $Y = 4,2333 x^2 - 9,9733 x + 24,02$ y una alta correlación (r) de 98,0% ($r = \sqrt{R^2} \times 100$) entre la variable independiente (Dosis de Nitrógeno) y la variable dependiente (Rendimiento de hoja seca).

Las experiencias en campo son la base para comprobar la eficacia de los diferentes métodos utilizados para obtener las dosis de fertilizantes, con el análisis previo de suelo y / o de plantas, y así obtener la correlación estadística de los valores de los análisis con la respuesta vegetal. Las correlaciones se establecen generalmente en condiciones determinadas de clima y suelo, con cultivos o variedades diferentes. Es difícil que todas las condiciones que prevalecen en una experiencia sean repetibles y por lo tanto, los resultados y las conclusiones de éstas, deben aceptarse como una guía aproximada, sin que ello suponga merma de su extraordinaria importancia y utilidad (Prause y Ferrero, 1992). La aplicación de fertilizantes para suplir las necesidades de cualquier especie vegetal, bajo ciertas condiciones ambientales, está regida por los niveles de los elementos nutritivos disponibles en el suelo y los requerimientos del cultivo que se trate (Prause y Ferrero, 1992).

6.6. De los grados Brix (Bx)

Los grados Brix (símbolo °Bx) miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. Los grados Brix se miden con un sacarímetro, que mide la gravedad específica de un líquido, o, más fácilmente, con un refractómetro.

Como se puede observar en el cuadro 16, los promedios de grados Brix obtenido por tratamiento variaron desde 16 para el T2 (60 kg de N.ha⁻¹) hasta 24 para el T4 (120 kg de N.ha⁻¹). Se evidencia que una aplicación de 120 kg de N.ha⁻¹ (T4) se ha traducido en un mayor contenido de sacarosa por muestra. Este valor obtenido de grado brix indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el producto y es importante ya que la normativa de ciertos productos exige que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. El Tratamiento T4 (120 kg de N.ha⁻¹) reportó los mayores promedios con 384,03 hojas por planta, 41.97 cm de altura de planta, 7,5 macollos por mata, 253,33 g de peso de hojas más ramas y 77,27 g de rendimiento de hoja seca, superando estadísticamente a los promedios alcanzados por los demás tratamientos.
- 7.2. El tratamiento T0 (testigo) reportó los menores promedios con 256,43 hojas por planta, 28,58 cm de altura de planta, 4,65 macollos por mata, 66,33 g de peso de hojas más ramas y 18,87 g de rendimiento de hoja seca.
- 7.3. El número de hojas por planta, la altura de la planta y número de macollos por mata alcanzado por los tratamientos representaron un comportamiento lineal positivo en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado y una alta correlación (r) de 98,84% , 96,08% y 92,4% respectivamente.
- 7.4. El peso de hojas más ramas y el rendimiento de hoja seca reportados en los promedios de los tratamientos representaron comportamientos no lineales exponencial y polinómico en función de las dosis crecientes de Nitrógeno aplicado y una alta correlación (r) de 86,45% y 98,0% respectivamente.
- 7.5. La aplicación de 120 kg de N.ha⁻¹ (T4) reportó el mayor valor de Grados Brix con 24 g de sacarosa por 100 g de muestra, indicando que el contenido de sólidos de azúcar (sacarosa) se incrementó sustancialmente con la aplicación de esta dosis de nitrógeno.

VIII. RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos en la presente investigación para las condiciones de la región San Martín se recomienda lo siguiente:

- 8.1. La aplicación de 120 kg de N.ha⁻¹ bajo la forma UREA en el cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) debido a que asegura mayor materia seca, por lo tanto mayor contenido de azúcar (sacarosa) y por haberse obtenido mayores contenidos de biomasa y rendimiento en materia seca con un promedio de 77,27 g.
- 8.2. En base a los resultados, es interesante recomendar estudios con la aplicación de dosis superiores a 120 kg de N.ha⁻¹ y en diferentes épocas del año para determinar la máxima dosis de aplicación de Nitrógeno y sus efectos en el contenido de azúcar (sacarosa) y en el rendimiento.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁLVAREZ, L. A.; CASACCIA, R.; (1996) Propagación de especies Olerícolas, frutícolas e industriales Seleccionadas. Asunción, Par., Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Agricultura; Asesoría Técnica del Gabinete, Dirección de Investigación Agrícola; Instituto Agronómico Nacional. 226 p.
2. AÑEZ REVEROL, B. Y TAVIRA D., E. M. (1981) "Aplicación de nitrógeno y de estiércol al cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)" Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). 14 p.
3. BARRETO H. y R. WESTERMANN. (1989) Soil urease activity in winter wheat residue management. Soil Sci. Soc. Am. J. 53:1455-58.
4. BONILLA C., CARMEN R.; SÁNCHEZ O., MANUEL S. Y PERLAZA, DIEGO F. (2007). Evaluación de métodos de propagación, fertilización nitrogenada y fenología de estevia en condiciones del Valle del Cauca. Acta Agronómica vol. 56 (3)
5. BOSWELL F., J. MEISINGER y N. CASE. (1985) Production, marketing, and use of nitrogen fertilizers. In O.P Engelstad (ed.). Fertilizer technology and use. 3rd. Edition. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, EEUU.
6. BRANDLE, JIM. (2005). Stevia, Nature's natural low calorie sweetener.
7. CABRERA, L.A., HOLMES W.C y Mc DANIEL, S. (1996) *Stevia rebaudiana*. In: Compositae III. Flora del paraguay 25.

8. CALZADA, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. 643 pp.
9. CASACCIA, J; ALVEREZ E. (2006) Recomendaciones Técnicas para una Producción Sustentable de Ka a He e en el Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Estado de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola; Instituto Agronómico Nacional. 52 pp.
10. COUTON Y ASPIRA (1979), FAO. (1984) Los niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. Boletín N° 2, Roma, Italia.
11. EDAC (2008), manual técnico de producción de stevia.
12. GUERRERO, R. (2005). Planta endulzante con mucho futuro. Diario La Prensa. Nicaragua. Jueves 14 de abril de 2005.
13. HARGROVE W. (1988) Soil, environmental and management factors influencing ammonia volatilization under field conditions. In B. Bock y D. Kissel (ed.). Ammonia volatilization from urea fertilizers. Bull. Y-206. NFDC-TVA. Muscle Shoals, Alabama (E.U.A.).
14. AMADEO, C; UBA (1968).: Fertilización nitrogenada.
15. JENET A. (1996). Die Substoffpflanze *Stevia rebaudiana* Bert. 81p.
16. KAWATAN, T (1980).; On the cultivation of Kaa-he-e (*S. rebaudiana*). VI. Response of Kaa-he-e to potassium fertilization rates and to the three major elements of fertilizer. Nettai Nogyo 24(3): 105 – 112.
17. LANDÁZURI Y TIGRERO (2009), *Stevia rebaudiana* BERTONI, una planta medicinal.
18. LEE. J., (1980). Studies on the new Sweet-Ening Resource planta stevia in Korea II. Effect of Fertilizer application level and planting density on the

dry leaf yield and some agronomics characteristics of stevia. Res rep. off rural dev. 22: 138 – 144.

19. Mc INNES K.J., R. FERGUSON, D. KISSEL y E. KANEMASU. (1986a) . Ammonia loss from application of urea-ammonium nitrate solution to straw residue. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:969-974.
20. MINISTERIO De AGRICULTURA Y GANADERÍA. (1996). Producción de Ka´aHe´e. Tercera edición. República de Paraguay, Asunción. 35 p.
21. MUSLERA, E Y RATERA C. (1991). Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid-España.
22. ORMEÑO, J (2010). Manual de Fertilidad de Suelos, UNSM – T.
23. PRAUSE, J. y FERRERO, A. (1992) “Bases para la fertilización de cultivos”. Cátedra de Cultivos I - FCA - UNNE. Mimeografiado CEIA - UNNE. 25 p.
24. RAMÍREZ, L.E., (2005). Informe agronómico sobre el cultivo de *Stevia rebaudiana*, la hierba dulce. Asociación Camino al Progreso. Poligrafiado. 8p.
25. SUMIDA, T. (1980). Studies on *S. rebaudiana* as a new possible crop for sweetening resource ei Japan. J. Central Agre. Exp. Strn. 31: 1 – 71.
26. TAMAYO, P.J. (2005). Enfermedades de la stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en Antioquía. ASCOLFI informa 31 (sometido a publicación).
27. TERRANOVA Enciclopedia. Tomo 3. (1995). Producción agrícola 2, Impresora Panamericana Formas e impresos S.A. Santa Fé de Bogotá D.C. Colombia.
28. TISDALE S.L., W. NELSON, J. BEATON y J. HAVLIN. (1993) Soil fertility and fertilizers. Fifth Edition. MacMillan Pub. Co. New York (E.U.A.).

29. ZUBIATE (2007), Manual del Cultivo de La Stevia (Yerba Dulce).

Lincografía visitada

- ✚ http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_Brix
- ✚ <http://www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/Fertilizacion%20Nitrogenada.asp>
- ✚ <http://es.wikipedia.org/wiki/Urea>
- ✚ http://res2.agr.ca/London/faq/stevia_e.htm
- ✚ <http://www.engormix.com/MA-agricultura/cultivostropicales/articulos/manual-cultivo-stevia-yerba-t1337/078-p0.htm>
- ✚ http://www.incagro.gob.pe/apcafiles/e457b3346514303468089b655b420d50/manual_tcnico_de_stevia.pdf
- ✚ <http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Manudefinit1.pdf>

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el año 2013 en el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Estación Experimental Juan Bernito del Distrito de la Banda de Shilcayo, ubicada geográficamente a 06° 30' 07" latitud sur y 76° 20' 09" latitud oeste con una altitud de 360 msnmm.

El trabajo consistió en evaluar efecto de la fertilización nitrogenada en el cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en la producción de materia seca, bajo condiciones de San Martín. Aplicando Urea en una área de 85.1 m² con distanciamiento 0,20 cm entre plantas, 50 cm entre surco, 1m de calle entre tratamientos y 1 m de calle entre bloques en suelo mecanizado (Camas); la aplicación del fertilizante se realizará tres aplicaciones en un año, la primera aplicación a los dos meses después de la siembra.

Los tratamientos evaluados fueron el T0 (testigo), T1 (30-00-00), T2 (60-00-00), T3 (90-00-00) y T4 (120-00-00), las evaluaciones se realizaron cada 14 días, ocho plantas por cada tratamiento. Se usó el diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres bloques.

Las evaluaciones registradas y analizadas estadísticamente fueron: Altura de planta, Número de macollos/mata, Número de hojas por planta, peso de hojas más ramas, Rendimiento de hoja seca, N° de cosechas y Grados Brix.

El análisis estadístico permitió concluir que el tratamiento T4 reportó los mayores promedios en N° de hojas por planta, altura de planta, macollos/mata, peso de hojas más ramas y rendimiento de hoja seca.

SUMMARY

This research conducted in 2013 at the Institute of Tropical Crops (ICT), Juan Bernito Experimental Station of the District of Shilcayo Band, located geographically to 06° 30' 07" south latitude and 76° 20' 09" west longitude with an altitude of 360 meters above sea level.

The work was to evaluate the effect of nitrogen fertilization in the cultivation of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in dry matter production, under conditions of San Martin. By applying urea in an area of 85.1 m² with distancing 0.20 cm between plants, 50 cm between furrow, 1m street between treatments and 1 m street between machining blocks in soil (beds); the application of fertilizer will be three applications in a year, the first application to the two months after planting.

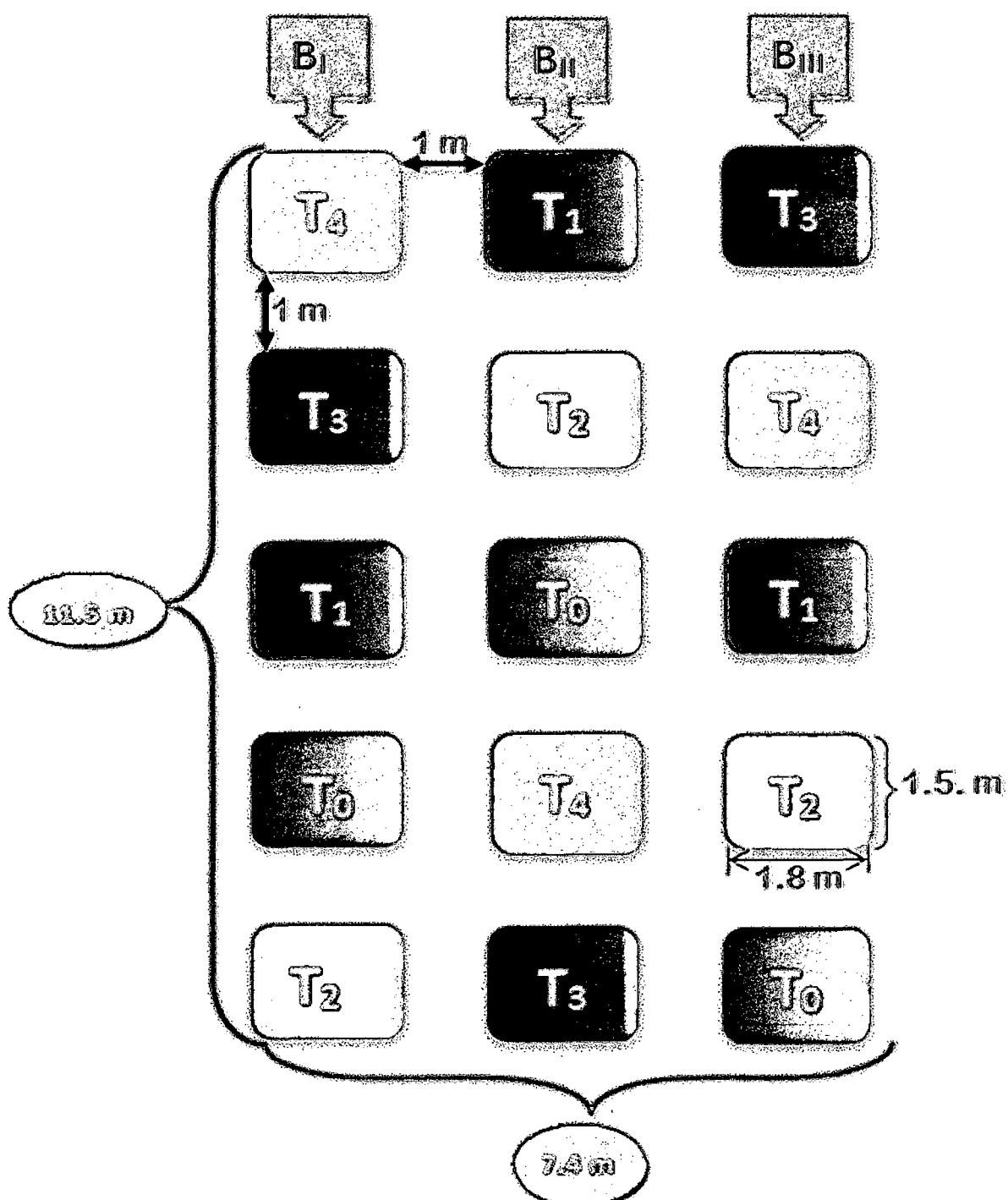
The treatments were the T0 (witness), T1 (30-00 -00), T2 (60-00 -00), T3 (90-00 -00) and T4 (120-00 -00), the evaluations were conducted every 14 days, eight plants for each treatment. We use the completely randomized design with five treatments and three blocks.

The evaluations recorded and analyzed statistically were the following: plant height, number of tillers/bushes, number of leaves per plant, weight of leaves plus branches, performance of dry leaf, number of harvests and Brix.

The statistical analysis enabled us to conclude that the treatment T4 reported the highest averages in number of leaves per plant, plant height, and tillers/bushes, weight of leaves plus branches and performance of dry leaf.

ANEXO

ANEXO 1: Croquis del experimento




ANEXO 2: Cálculos de las dosis de urea


| FERTILIZANTE | DOSIS | CALCULO |
|--------------------------------|-----------|--|
| NITROGENADO (UREA) | 30 | <p>✓ 100 Kg. Urea ----- 46 Kg N X Kg. Urea ----- 30 Kg N</p> <p>X = 65.22 Kg Urea/ Ha.</p> <p>✓ 65.22 Kg. Urea ---- 10 000 m² X Kg. Urea ---- 2.7 m²</p> <p>X = 0.01761 Kg/Parcela.</p> <p>✓ 1 Kg ---- 1 000 g 0.01761 Kg ---- X g</p> <p>X = 17.61 g/Parcela</p> |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - 17.61 g * 3 bloques = 52.83 g en los 3 Bloques - 52.83 g / 120 plantas = 0.44 g/planta. - Lo cual va a ser aplicado en 3 veces entonces 0.44 g / 3 Aplicaciones = 0.15 g/ Plantas cada Aplicación. |
| NITROGENADO (UREA)I | 60 | <p>✓ 100 Kg. Urea ----- 46Kg N X Kg. Urea ----- 60Kg N</p> <p>X = 130.43 Kg Urea/ Ha.</p> <p>✓ 130.43 Kg. Urea ---- 10 000 m² X Kg. Urea ---- 2.7 m²</p> <p>X = 0.0352 Kg/Parcela</p> <p>✓ 1 Kg ---- 1 000 g 0.0352 Kg ---- X g</p> <p>X = 35.2 g/Parcela</p> |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - 35.2 g * 3 bloques = 105.6 g en los 3 Bloques - 105.6 g / 120 plantas = 0.88 g/planta. - Lo cual va a ser aplicado en 3 veces entonces 0.88 g / 3 Aplicaciones = 0.29 g/ Plantas cada Aplicación. |

| | | |
|-----------------------|-----|--|
| NITROGENADO (UREA) | 90 | <p>✓ 100 Kg. Urea ----- 46Kg N X Kg. Urea ----- 90Kg N X = 195.65 Kg Urea/ Ha.</p> <p>✓ 195.65 Kg. Urea ---- 10 000 m² X Kg. Urea ---- 2.7 m² X = 0.0528 Kg/Parcela</p> <p>✓ 1 Kg ---- 1 000 g 0.0528 Kg ---- X g X = 52.8 g/Parcela</p> |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - 52.8 g * 3 bloques = 158.4 g en los 3 Bloques - 15804 g / 120 plantas = 1.32 g/planta. - Lo cual va a ser aplicado en 3 veces entonces 1.32 g / 3 Aplicaciones = 0.44 g/ Plantas cada Aplicación. |
| NITROGENADO (UREA) | 120 | <p>✓ 100 Kg. Urea ----- 46Kg N X Kg. Urea ----- 120Kg N X = 260.87 Kg Urea/ Ha.</p> <p>✓ 260.87 Kg. Urea ---- 10 000 m² X Kg. Urea ---- 2.7 m² X = 0.0704 Kg/Parcela</p> <p>✓ 1 Kg ---- 1 000 g 0.0704 Kg ---- X g X = 70.4 g/Parcela</p> |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - 70.4 g * 3 bloques = 211.2 g en los 3 Bloques - 211.2 g / 120 plantas = 1.76 g/planta. - Lo cual va a ser aplicado en 3 veces entonces 1.76 g / 3 Aplicaciones = 0.59 g/ Plantas cada Aplicación. |

ANEXO 3: Fecha de las aplicaciones de insecticidas y fungicidas

| Producto | Concentración | Gasto | Fecha |
|----------|---------------|-------|----------|
| Sherpa | 40cc/20 l | 30 cc | 21/06/13 |
| | 40cc/20 l | 30 cc | 17/07/13 |
| | 40cc/20 l | 40 cc | 31/07/13 |
| Protexin | 20cc/20 l | 20g | 17/08/13 |
| | 20cc/20 l | 20g | 30/08/13 |
| | 10cc/10 l | 10g | 06/09/13 |
| Benomil | 40gr/20 l | 30 g | 16/07/13 |
| | 40gr/20 l | 30 g | 30/11/13 |

 : Insecticida

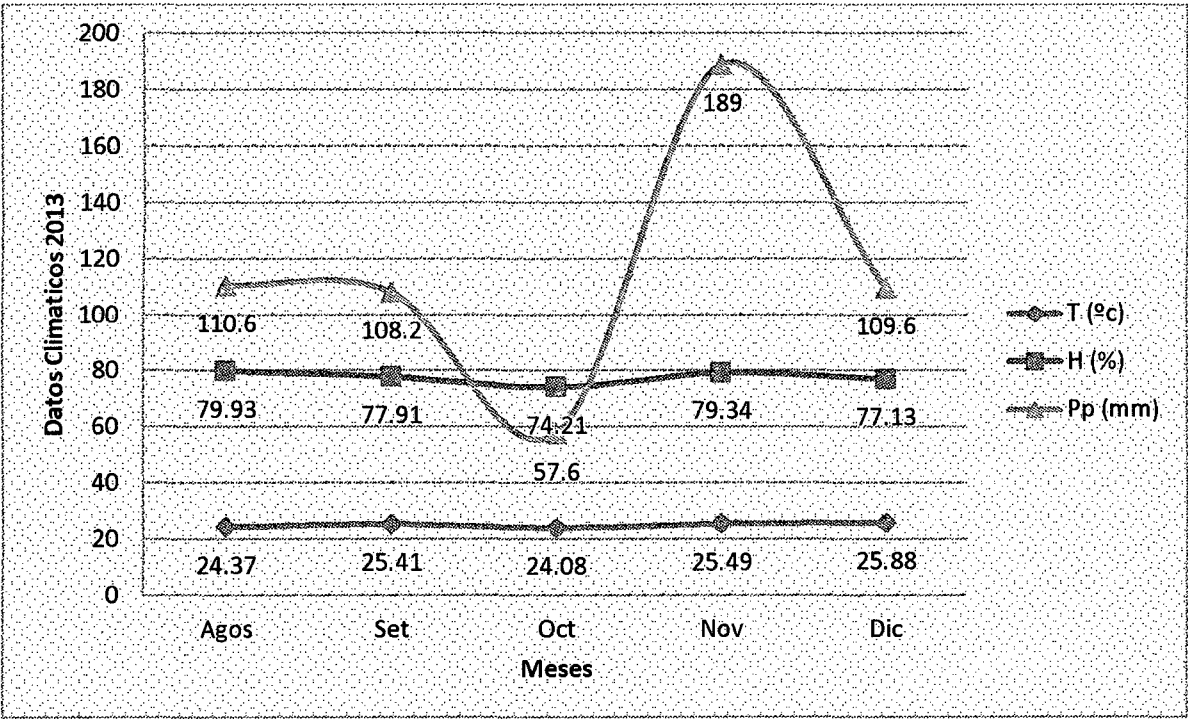
 : Fungicida

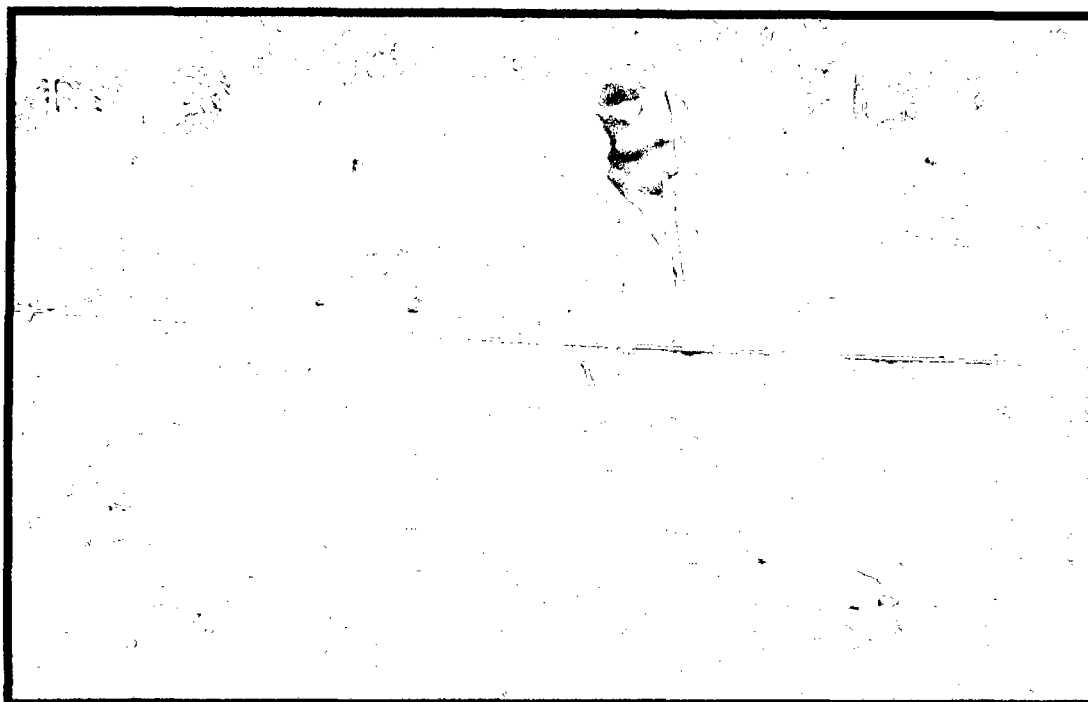
ANEXO 4: Programa de cultivo

| N° de Riego | Fecha |
|-------------|------------|
| 1 | 11/03/2013 |
| 2 | 30/03/2013 |
| 3 | 10/04/2013 |
| 4 | 31/04/2013 |
| 5 | 30/05/2013 |
| 6 | 28/06/2013 |
| 7 | 16/10/2013 |
| 8 | 08/11/2013 |
| 9 | 31/12/2013 |
| 10 | 17/01/2013 |

ANEXO 5: Datos climatológicos durante el año 2013 en la estación experimental Juan Bernito – ICT.

| | Agos | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T (°c) | 24.37 | 25.41 | 24.08 | 25.49 | 25.88 |
| H (%) | 79.93 | 77.91 | 74.21 | 79.34 | 77.13 |
| Pp (mm) | 110.6 | 108.2 | 57.6 | 189 | 109.6 |

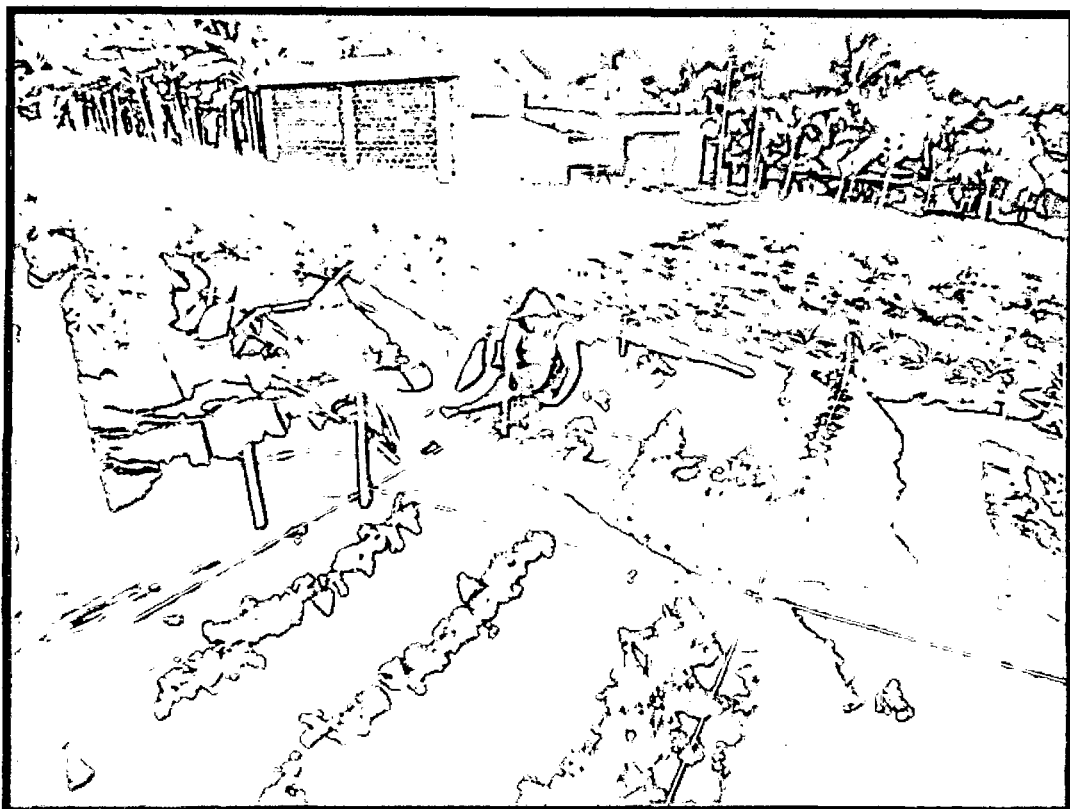




Anexo 6: Preparacion y alineamiento del terreno



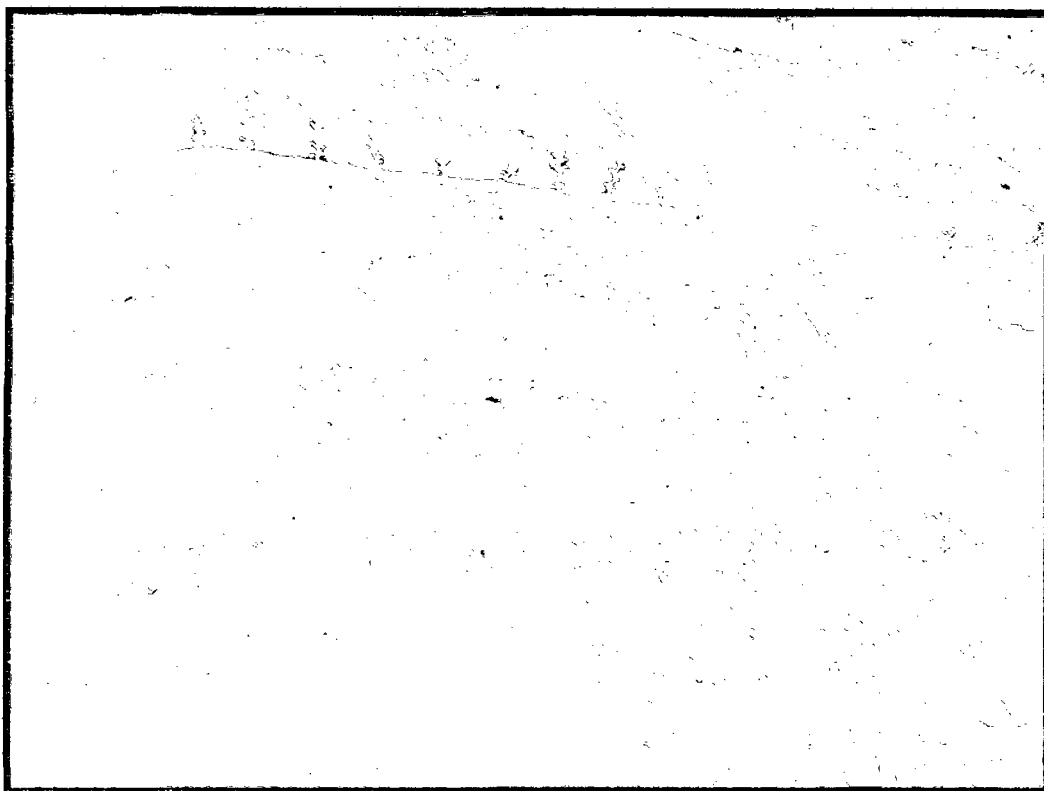
Anexo 7: Preparacion y alineamiento de las camas donde se va a instalar el cultivo de stevia.



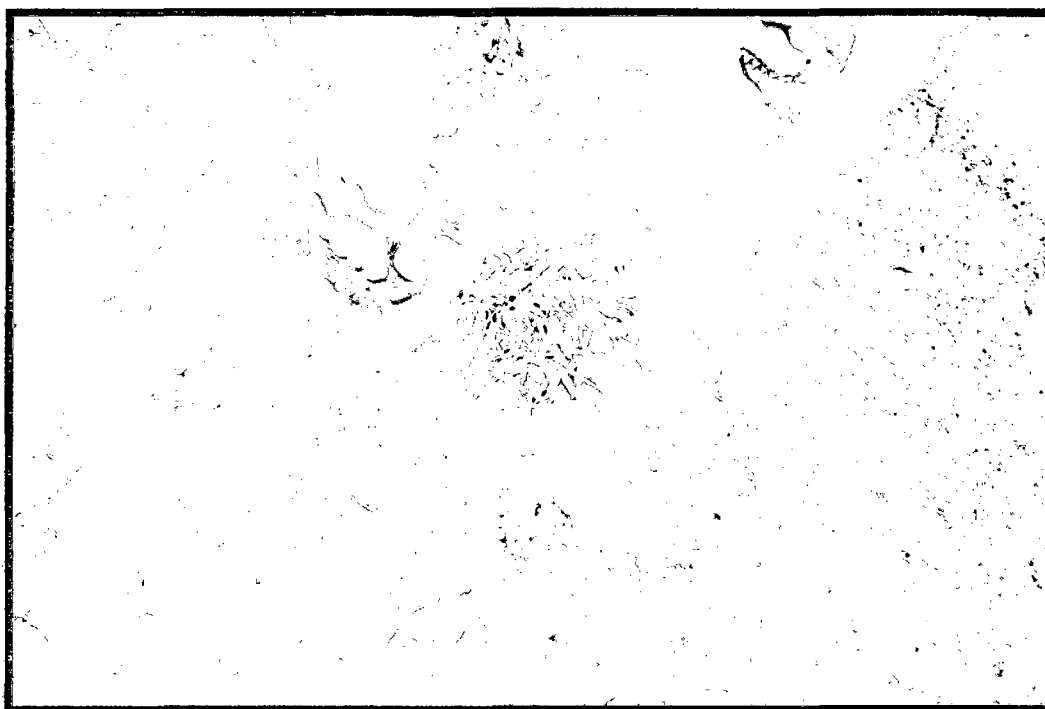
Anexo 8: preparacion del terreno para la siembra.



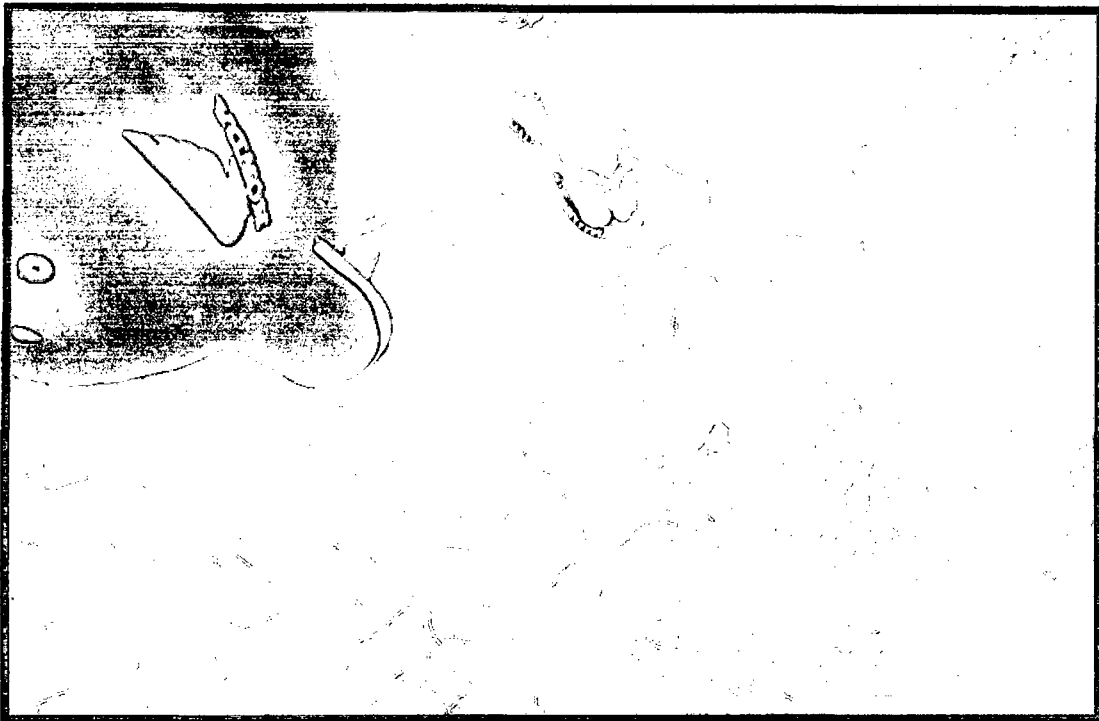
Anexo 9: Siembra de stevia.



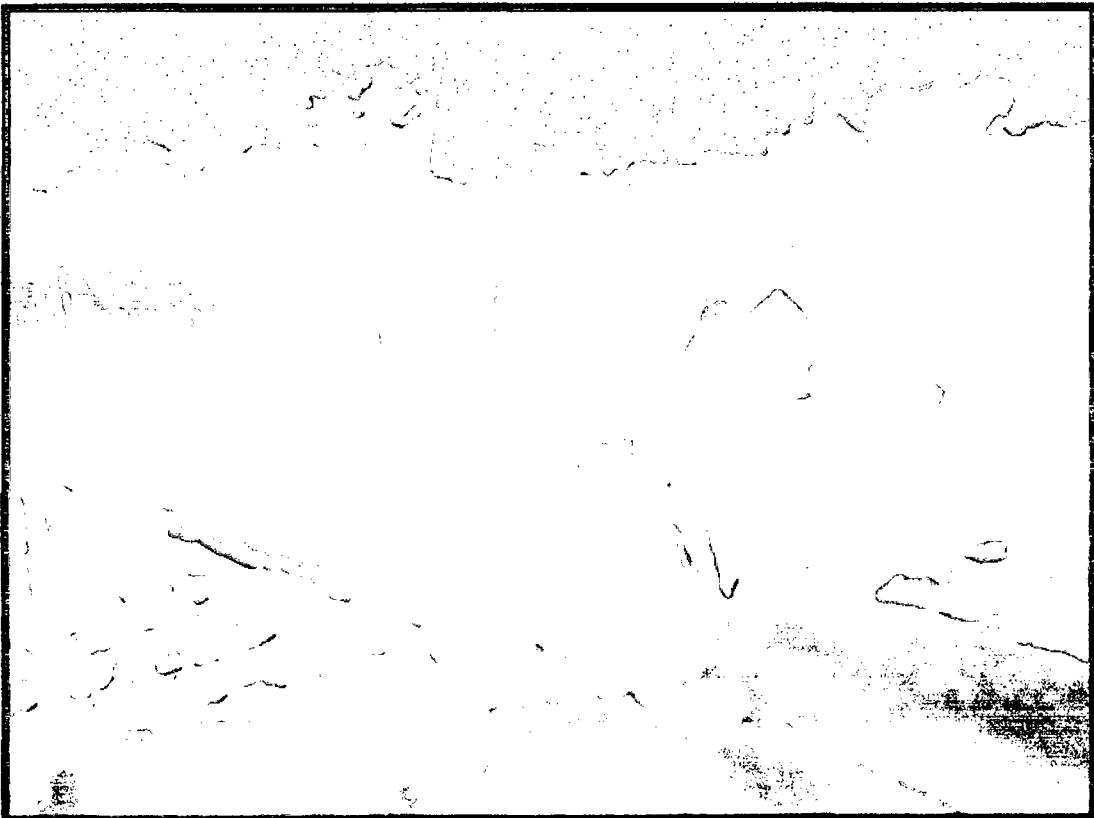
Anexo 10: Despues de la Siembra.



Anexo 11: Momento de deshiero.



Anexo 12: Momento de la evaluacion (N° hojas).



Anexo 13: Momento del riego.



Anexo 14: Momento de la cosecha.



Anexo 15: Secado de las muestras bajo techo



Anexo 16: Medicion del grado brix en un brixometro.



Anexo 17: muestras secas (materia seca)